



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de
Producto**

**Diseño de un juguete evolutivo
inspirado en los principios pedagógicos de
Friedrich Fröbel**

Autor:

Saiz Ebro, Patricia

Tutor:

**López Del Río, Alberto
Departamento de Teoría de la
Arquitectura y Proyectos
Arquitectónicos**

Valladolid, Julio 2025.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

Diseño de un juguete evolutivo inspirado en los principios pedagógicos de Friedrich Fröbel

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Patricia Saiz Ebro



RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo el diseño de un juguete evolutivo orientado al desarrollo infantil, inspirado en los principios pedagógicos de Friedrich Fröbel, creador del primer Kindergarten y de los conocidos materiales de juego “dones y ocupaciones”, concebidos para fomentar el aprendizaje mediante el juego libre, la experimentación y la creatividad.

Como resultado, se presenta *Be buzzz*, un juguete que acompaña el crecimiento del niño y favorece su desarrollo sensorial, cognitivo y motor. El diseño combina piezas de construcción con elementos de estampación, ofreciendo múltiples posibilidades de juego y exploración. La propuesta se ha concebido con un enfoque evolutivo, permitiendo que los usuarios descubran nuevas formas de utilizarlo a medida que adquieren nuevas habilidades, manteniendo siempre presentes los valores pedagógicos que impulsaban el trabajo de Fröbel.

PALABRAS CLAVE

Juguete evolutivo - Construcción - Estampación - Fröbel - Desarrollo infantil

ABSTRACT

This Final Degree Project focuses on the design of an evolutionary toy aimed at child development, inspired by the pedagogical principles of Friedrich Fröbel, creator of the first Kindergarten and of the well-known play materials known as “gifts and occupations,” conceived to encourage learning through free play, experimentation, and creativity.

As a result, *Be buzzz* is presented as a toy designed to accompany children's growth and support their sensory, cognitive, and motor development. Its design combines construction pieces with stamping elements, offering multiple possibilities for play and exploration. The proposal has been conceived with an evolutionary approach, allowing users to discover new ways of using it as they acquire new skills, always keeping in mind the pedagogical values that guided Fröbel's work.

KEYWORDS

Evolutionary toy - Construction - Stamping - Fröbel - Child development

CONTENIDOS

MEMORIA

PLANOS

PRESUPUESTO

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Introducción y objetivos del proyecto	15
2. Estudio y análisis del Método Fröbel	16
2.1. Origen del Método Fröbel.....	16
2.1.1. Biografía de Friedrich Fröbel	16
2.1.2. Obras destacadas	19
2.1.3. Influencia y legado de Fröbel.....	21
2.2. Principios del Método Fröbel	23
2.2.1. Filosofía educativa.....	23
2.2.2. Concepto de "Kindergarten"	26
2.2.3. Importancia del juego en el aprendizaje	28
2.3. Dones y Ocupaciones	29
2.3.1. Los " Dones"	32
2.3.1. Las "Ocupaciones".....	41
2.4. Influencia en el Arte y el Diseño Moderno.....	46
3. Estudio de mercado	48
3.1. Tendencias actuales.....	48
3.1.1. Enfoques pedagógicos contemporáneos	49
3.1.2. Sostenibilidad y conciencia ecológica.....	50
3.1.3. Tecnología y digitalización.....	51
3.1.4. Inclusividad, diversidad y accesibilidad.....	52
3.1.5. Diseño abierto, modularidad y creatividad	53
3.1.6. Producción local y diseño responsable	54
3.2. Análisis del producto	55
3.2.1. Juguetes inspirados en el Método Fröbel.....	55
3.2.2. Juguetes con influencia del Método Fröbel	60
3.2.3. Juguetes de construcción y exploración espacial	63
3.3. Conclusión estudio de mercado	66
4. Desarrollo del proyecto.....	67
4.1. Concepto inicial.....	67
4.2. Análisis DAFO	69
4.3. Ergonomía, normativa, accesibilidad.....	70
4.4. Proceso de diseño.....	75
4.4.1. Análisis del Moodboard	75
4.5. Ideas previas y evolución.....	78

5. Producto final.....	82
5.1. Descripción o definición del producto.....	82
5.1.1. Temática de juego: los insectos	83
5.1.2. ¿Cómo se juega? — Evolución en el tiempo	84
5.1.3. Interacción adulto-niño.....	87
5.1.4. Diseño formal de los sellos.....	88
5.2. Elementos del Juguete	95
5.3. Envases para tinta.....	101
5.4. Encaje mecánico	102
5.5. Embalaje	109
5.6. Manual coleccionable	115
5.7. Identidad corporativa.....	117
5.7.1. Origen y Significado del Nombre.....	117
5.7.2. El Logotipo	118
5.7.3. Paleta de Colores	119
6. Materiales y fabricación.....	121
6.1. Materiales	121
6.1.1. Materiales del Juguete.....	121
6.1.2. Materiales del Embalaje.....	128
6.2. Procesos de fabricación	130
7. Estudio volumétrico.....	138
8. Imágenes de producto.	144
9. Conclusiones y líneas futuras.....	146
9.1. Conclusiones	146
9.2. Líneas futuras.....	147
10. Bibliografías	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Friedrich Fröbel	16
Figura 2. Jardín de Infancia Fröbel en Bad Blankenburg.	17
Figura 3. Diagrama del método Fröbel, NATUR (Naturaleza), GOTT (Dios) y MENSCHHEIT (Humanidad).	19
Figura 4. Descripción de los Dones.	20
Figura 5. Profesora en un jardín de infancia.	20
Figura 6. Artículo sobre el.....	21
Figura 7. Anuncio de la "Pestalozzi-Fröbel-Haus en la revista «Kindergarten.....	21
Figura 8. Kindergarten gratuito para niños afroamericanos, Nueva York, 1901.....	22
Figura 9. Baile de niños y niñas del kindergarten gratuito de Nueva York, 1879. Frank Leslie's Illustrated Newspaper, Granger.....	24
Figura 10. Niños en el Kindergarten. 1899-1900.	26
Figura 11. Clase de primaria estudiando las plantas. Escuela Whittier. 1899-1900.....	26
Figura 12. Dones de Fröbel.	29
Figura 13. Ocupaciones de Fröbel.	29
Figura 14. Primer jardín de infancia en una escuela pública de Estados Unidos.....	30
Figura 15. Don nº 1 de Fröbel. Bolas de hilo.....	32
Figura 16. Exposición del MoMa "Taking a Thread for a Walk"	32
Figura 17. Don nº 2 de Fröbel. En uso.....	33
Figura 18. Don nº 2 de Fröbel. Esfera, cilindro y cubo.....	33
Figura 19. Guía del Don nº2.	33
Figura 20. Don nº 3 de Fröbel..	34
Figura 21. Don nº 4 de Fröbel.	34
Figura 22. Dones de construcción.....	34
Figura 23. Don nº 5 de Fröbel. Prismas rectangulares.....	35
Figura 24. Don nº 6 de Fröbel. Prismas triangulares	35
Figura 25. Don nº 7 de Fröbel. Figuras geométricas planas.....	36
Figura 26. Dones lineales. Inventing Kindergarten, Brosterman, Norman.....	37
Figura 27. Don nº 8 de Fröbel. Dones lineales.	38
Figura 28. Don nº 9 de Fröbe. Dones lineales.....	38
Figura 29. Don nº 15 de Fröbel. Los listones.....	39
Figura 30. Ocupación nº 17 de Fröbel. Entrelazado de tiras de papel.....	40
Figura 31. Ocupación nº11. Perforaciones de papel.....	41
Figura 32. Ocupación nº12. Costura.....	42

Figura 33. Ocupación nº 18 de Fröbel. Doblado de tiras de papel.....	42
Figura 34. Ocupación nº 14: Tejer con papel.	43
Figura 35. Ocupación nº 19 de Fröbel:.....	44
Figura 36. Ocupación nº 20 de Fröbel:.....	45
Figura 37. La Composición 8 de Wasily Kandinsky de 1923, recreada con los dones del jardín de infancia número 7 (parquet de papel), 8 (palos), 9 (anillos), 14 (tejido), 15 (listones) y 16 (listones articulados).....	46
Figura 38. Don 19: Trabajo con guisantes. MoMA Lawrence Benenson.....	47
Figura 39. Logo de FSC, Forest Stewardship Council.....	50
Figura 40. LEGO® Education: Set de Expansión SPIKE™ Prime.....	51
Figura 41. Muñeca caucásica con vitiligo de Miniland.	52
Figura 42. Explorer Set de Modu.....	53
Figura 43. Juguete Grundkasten Nr. 4 de Richter, Alemania.....	55
Figura 44. Niños jugando con Grundkasten Nr. 4.	56
Figura 45. Juego de Bolas Fröbel.....	57
Figura 46. Bloques de corcho 40 piezas Fröbel-Korko.	58
Figura 47. Niños jugando con Fröbel-Korko.....	59
Figura 48. Tinkertoy 1914.	60
Figura 49. Tinkertoy Wonder Builder Set, 1930	61
Figura 50. Tinkertoy Retro	61
Figura 51. Juguete Start.....	62
Figura 52. El Balancín de Picopao.	63
Figura 53. Moziblox de Hop Toys.....	64
Figura 54. Weplay Beanstal.	65
Figura 55. Matriz DAFO.	69
Figura 56. Longitud de la palma de la mano (1), anchura de la palma (2) y diámetro de empuñadura (3).....	70
Figura 57. Cilindro para partes pequeñas,.....	72
Figura 58. MoodBoard	75
Figura 59. Niños en la naturaleza.	78
Figura 60. Bocetos primera propuesta.	79
Figura 61. Bocetos segunda propuesta.	80
Figura 62. Bocetos iniciales.....	81
Figura 63. Be buzzz, caja abierta.....	82
Figura 64. Diversos tipos de insectos.....	83

Figura 65. Manipulación libre.	84
Figura 66. Ejemplo de Construcción básica.	85
Figura 67. División de piezas.....	85
Figura 68. Asociación lógica.	86
Figura 69. Estampación guiada.	86
Figura 70. Estampación libre.....	87
Figura 71. Sucesión de Fibonacci.	88
Figura 72. Concha marina. Sucesión de Fibonacci.....	89
Figura 73. Planta. Sucesión de Fibonacci.....	89
Figura 74. Escaleras. Sucesión de Fibonacci.....	89
Figura 75. Proceso de creación de la retícula	90
Figura 76. Retícula con la Secuencia de Fibonacci.....	91
Figura 77. Búsqueda formal, piezas descartadas.	92
Figura 78. Formas de las Alas.....	93
Figura 79. Formas del Cuerpo.	93
Figura 80. Formas de la Cabeza.....	94
Figura 81. Formas de las Patas.	94
Figura 82. Formas de las Antenas.....	94
Figura 83. Cuatro tipos de piezas.....	95
Figura 84. Pieza de madera separada.	95
Figura 85. Piezas con relieve, sellos.	96
Figura 86. Piezas complementarias.	97
Figura 87. Combinaciones de piezas.....	97
Figura 89. Sección de la pieza cubica, con hueco para introducir la pieza del sello....	98
Figura 88. Base del sello sobresale de.....	98
Figura 90. Prismas rectangulares abiertos.....	99
Figura 91. Prismas triangulares abiertos.....	99
Figura 92. Cilindros abiertos.	100
Figura 93. Cubos abiertos.	100
Figura 94. Envase para tintas.....	101
Figura 95. Sección de la unión de las piezas.	102
Figura 96. Snap-fit. Bayer Material Science	103
Figura 97. Snap Fit acotado.	104
Figura 98. Snap Fit en la pieza Cúbica y Prisma Rectangular.....	107
Figura 99. Snap Fit sección pieza cilíndrica.	107

Figura 100. Snap Fit pieza cilíndrica.	108
Figura 101. Snap Fit y Pestaña pieza prismas triangulares.	108
Figura 102. Embalaje de "Be buzzz"	109
Figura 103. Expositor de Mariposas.	110
Figura 104. Embalaje abierto Be buzzz.	111
Figura 105. Funda exterior desplegada.	112
Figura 106. Desarrollo del embalaje.	113
Figura 107. Guía visual del fondo del embalaje.	114
Figura 108. Manual coleccionable.	115
Figura 109. Logotipo del producto.	118
Figura 110. Tipografía Alte Haas Grotesk Bold y Regular.	119
Figura 111. Paleta cromática de Be buzzz.	119
Figura 112. Plancha de madera de haya. Servei Estació.	121
Figura 113. Barniz al Agua Ecológico Decoración Satinado de TITANLUX.	122
Figura 114. Etiquetas y Certificados de TITANLUX.	123
Figura 115. Bio-based TPE de Kraiburg TPE.	124
Figura 116. Polipropileno	125
Figura 117. Almohadilla entintada de Noris-Color GmbH.	126
Figura 118. Papel reciclado	127
Figura 119. Elementos del Cartón Corrugado.	128
Figura 120. Cartón Corrugado	129
Figura 121. Sierra circular.	130
Figura 122. Máquina CNC de 5 ejes.	131
Figura 123. Fresa de carburo sólido. BIG DAISHOWA.	131
Figura 124. Pistolas de pulverización HVLP.	133
Figura 125. Molde de Canal Caliente.	134
Figura 126. Máquina de moldeo por inyección.	135
Figura 127. Primer contacto: sacar las piezas.	139
Figura 128. Primer contacto.	139
Figura 129. Fase de manipulación.	140
Figura 130. Agrupación por formas.	140
Figura 131. Caída de una torre.	140
Figura 132. Simulación de estampación.	141
Figura 133. Unión pieza cilíndrica.	141
Figura 134. Desmontaje del prisma triangular.	141

Figura 135. Presión para crear sello.	142
Figura 136. Gesto de coger pinta.	142
Figura 137. Ordenado de las piezas.	143
Figura 138. Guardado del juguete.	143
Figura 139. imagen de producto 2.	144
Figura 140. imagen de producto 1.	144
Figura 141. Imagen del producto 3.	145

MEMORIA



1. Introducción y objetivos del proyecto

Durante la infancia, el juego representa una de las formas más importantes de relación con el entorno y de adquisición de conocimientos. A través de la experimentación libre, la manipulación de objetos y la observación directa, los niños desarrollan sus capacidades físicas, sensoriales, cognitivas y emocionales. Por ello, los objetos diseñados para la infancia deben fomentar el juego y, al mismo tiempo, contribuir al aprendizaje y al desarrollo.

Esta premisa fue el eje central del pensamiento pedagógico de Friedrich Fröbel, creador del primer jardín de infancia y precursor del uso de materiales didácticos en la educación. Considerado uno de los pedagogos más influyentes en la concepción moderna de la educación infantil, Fröbel defendía una visión del niño como ser activo, creativo y profundamente vinculado a la naturaleza. Su metodología promovía el aprendizaje a través del juego, el descubrimiento y el uso de formas simples. A partir de estas ideas, numerosos enfoques pedagógicos han subrayado la importancia del diseño como medio para potenciar el desarrollo integral del niño.

Este proyecto se plantea desde esa perspectiva, con el objetivo de crear una propuesta que dialogue con los principios pedagógicos de Fröbel y que ofrezca al niño una experiencia de juego evolutiva y educativa. A través de la investigación, el análisis y el desarrollo práctico, se busca diseñar un objeto que acompañe durante las distintas etapas del crecimiento infantil, estimulando la creatividad, la observación, el razonamiento y la relación con el entorno.

El objetivo principal de este proyecto es el diseño de un juguete que promueva el desarrollo integral del niño, tomando como base los principios pedagógicos establecidos por Friedrich Fröbel.

- Para alcanzar este objetivo, se han establecido los siguientes requisitos:
- Investigar el pensamiento pedagógico de Friedrich Fröbel y su impacto en la educación infantil.
- Analizar el mercado actual de juguetes educativos y detectar oportunidades de diseño.
- Identificar las habilidades que deben estimularse en la etapa infantil temprana.
- Desarrollar una propuesta de diseño coherente con la filosofía fröbeliana, para lograr un juguete evolutivo.
- Garantizar el cumplimiento de criterios ergonómicos, de seguridad y sostenibilidad en el diseño.
- Desarrollar prototipos físicos y validar el diseño mediante pruebas con usuarios reales.

2. Estudio y análisis del Método Fröbel

2.1. Origen del Método Fröbel

2.1.1. Biografía de Friedrich Fröbel

Friedrich Wilhelm August Fröbel (1782-1852) fue un pedagogo alemán, pionero en la educación infantil y creador del concepto de jardín de infancia (kindergarten). Nació el 21 de octubre de 1782 en Oberweissbach, en la región de Turingia. Fue el sexto hijo de un pastor protestante y su infancia estuvo marcada por la temprana pérdida de su madre, quien falleció pocos meses después de su nacimiento, y por la falta de afecto de su madrastra. En una carta autobiográfica, Fröbel describe su juventud como solitaria y con escasa atención de sus padres, lo que lo llevó a refugiarse en la naturaleza, desarrollando una profunda conexión con su entorno que más tarde influiría en su visión educativa. Desde joven, expresó su deseo de comprender la armonía entre el ser humano, la naturaleza y lo divino, una búsqueda que guiaría su vida y su obra.

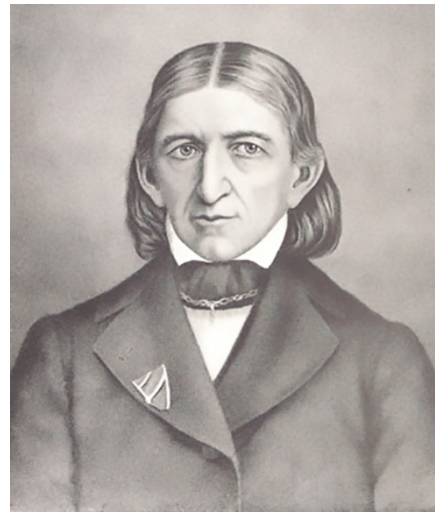


Figura 1. Friedrich Fröbel

Fröbel recibió una educación inicial bastante limitada, pero desde joven mostró gran curiosidad por las ciencias naturales, la filosofía y la religión. Su formación fue irregular; comenzó aprendiendo el oficio de la agrimensura, el cual, aunque no completó, despertó en él un interés por las matemáticas y las ciencias naturales. Este interés lo llevó a matricularse brevemente en la Universidad de Jena, aunque las dificultades económicas lo obligaron a abandonar sus estudios y buscar trabajo como agrimensor y tutor privado.

En 1805, Fröbel descubrió su verdadera vocación al aceptar un puesto en la Escuela Modelo de Frankfurt. Allí conoció las progresistas teorías de Johann Heinrich Pestalozzi, quien planteaba una educación integral que combinara lo intelectual, lo físico y lo emocional. Pestalozzi promovía una educación "natural", basada en el deseo innato de aprender y la curiosidad, dejando atrás las lecciones repetitivas y fomentando las clases prácticas y activas, conocidas como Anschauung: "lecciones objetivas". Inspirado por este enfoque, Fröbel comenzó a desarrollar su

propia pedagogía, centrada en el juego como medio esencial para el aprendizaje infantil.

En 1816, Fröbel fundó el Instituto General Alemán de Educación en Keilhau, Turingia, aquí puedo reflejar su visión de una enseñanza integral. Este instituto combinaba la educación académica con actividades físicas, artísticas y prácticas, todo dentro de un ambiente familiar y comunitario. Aquí también comenzó a desarrollar su teoría educativa basada en la "esfera", un concepto que conectaba la unidad divina con las leyes naturales y espirituales. Para Fröbel, la educación debía ayudar a cada persona a descubrir y expresar su conexión con el universo, logrando una armonía entre su mundo interior y exterior.

Aunque el instituto tuvo un buen comienzo, pronto enfrentó dificultades debido al clima político y social de la época. En 1829, la institución estuvo al borde de la quiebra, obligando a Fröbel a buscar nuevas oportunidades para continuar con su labor pedagógica.

En Bad Blankenburg, Fröbel fundó en 1837 una institución dedicada al desarrollo infantil a través del juego, que más tarde se convertiría en el primer jardín de infancia. Estaba convencido de que el juego era una forma natural y fundamental de aprendizaje, ya que permitía a los niños explorar su entorno, desarrollar habilidades cognitivas y sociales, y dar rienda suelta a su creatividad. Para apoyar su teoría, diseñó materiales educativos llamados "dones", que incluían formas básicas (o formas sencillas) como esferas, cubos y cilindros.



Figura 2. Jardín de Infancia Fröbel en Bad Blankenburg.

Estos materiales y actividades promovían el desarrollo cognitivo, emocional y físico de los niños y sentaron las bases para la educación preescolar moderna.

Durante sus últimos años, Fröbel se dedicó a expandir sus ideas. Recorrió Alemania promoviendo los jardines de infancia, logrando que en 1847 existieran siete y, al año siguiente, otros cuarenta y cuatro. En 1850, estableció en Liebenstein el “*Weekly Journal of Education*”¹ (“*Wochenschrift für Erziehungsfragen*”), y más tarde el “*Journal for Friedrich Froebel's Educational Aims*” (“*Zeitschrift für Friedrich Fröbels Erziehungsziele*”). Un paso crucial fue la fundación del primer colegio para la formación de maestros de jardín de infancia en Marienthal, gracias al apoyo del gran duque de Weimar y la baronesa Bertha von Marenholtz-Bülow. También abrió un segundo instituto de formación en Berlín en 1851, extendiendo su modelo educativo a ciudades como Hamburgo, Dresde, Leipzig y Gotha.

Sin embargo, sus esfuerzos enfrentaron una fuerte oposición. En agosto de 1851, cuando sus ideas comenzaban a ganar popularidad, la corte prusiana prohibió la enseñanza en jardines de infancia y la creación de nuevos centros públicos, acusándolos de fomentar ideas subversivas y de apartar a los niños de la influencia religiosa. A pesar de este revés, Fröbel continuó promoviendo su visión hasta su muerte en 1852.

Friedrich Fröbel falleció el 21 de junio de 1852, dejando un legado que trascendió su tiempo. Aunque enfrentó oposición, su trabajo no quedó en el olvido. Discípulos como Bertha von Marenholtz-Bülow difundieron su modelo por Europa, consolidando la influencia internacional de sus ideas.

Fröbel estaba convencido de que el juego era la base fundamental de la educación, un medio esencial para el aprendizaje que permitía integrar lo cognitivo, lo emocional y lo práctico. Aunque su enfoque enfrentó resistencias en su tiempo, su metodología logró expandirse a nivel internacional, dejando una profunda huella en los sistemas educativos de Europa, América y Asia.

¹ A lo largo del trabajo, los títulos de libros o textos se presentan en el idioma en que fueron consultados (español o inglés), seguidos del título original en alemán entre paréntesis.

2.1.2. Obras destacadas

Friedrich Fröbel dejó un legado significativo a través de sus obras, las cuales sentaron las bases para el concepto moderno de jardín de infancia.

Su obra más influyente fue “La educación del hombre” (“Die Menschenerziehung”), publicada en 1826. En este libro, Fröbel expuso su visión de la enseñanza como un proceso para guiar a los niños hacia la autorrealización a través del juego, la exploración de la naturaleza y la conexión con lo divino como bien escribe Norman Brosterman en su libro sobre Fröbel, “Inventing Kindergarten”. En este libro se sientan las bases de su método pedagógico y la importancia del desarrollo infantil desde una edad temprana.

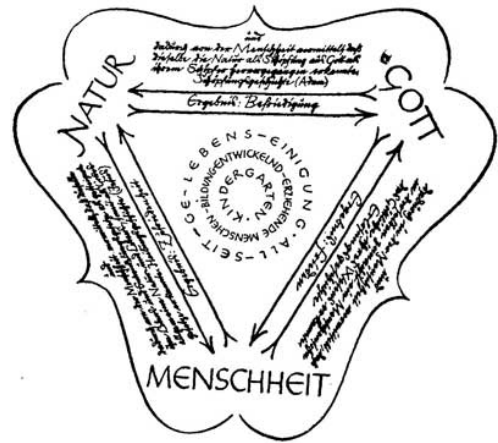


Figura 3. Diagrama del método Fröbel, NATUR (Naturaleza), GOTT (Dios) y MENSCHHEIT (Humanidad).

Durante su etapa en Keilhau, Fröbel escribió “Principios, objetivos y vida interior del Instituto Educativo Alemán Universal en Keilhau” (“Die Grundsätze, der Zweck und das innere Leben der allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt in Keilhau bei Rudolstadt”) (1821), una serie de folletos y artículos donde delineó su filosofía educativa y los métodos empleados en su instituto. Aunque estas ideas captaron la atención de algunos educadores, tuvieron un impacto limitado en el rígido entorno educativo prusiano de la época.

Otra obra relevante fue “Mother-Play and Nursery Songs” (“Die Mutter- und Kose-Lieder”) (1844), es una recopilación de más de cincuenta canciones y juegos diseñados para que las madres comenzaran a usarlos con sus hijos de tan solo cuatro meses. Fue escrito con el objetivo de educar a los niños incluso antes de empezar en el Kindergarten. Cada canción incluía música, ilustraciones conceptuales y comentarios instructivos, fomentando la conexión entre el niño, su familia, la naturaleza y la sociedad.

Además, entre 1838 y 1840, Fröbel publicó descripciones completas de sus cinco primeros "Dones"² en su *"Sunday Paper for Like-Minded People"* (*"Sonntagsblatt für verwandte Männer"*). Estos materiales pedagógicos, compuestos por formas y objetos simples, fueron diseñados para cultivar la creatividad y el pensamiento lógico de los niños a través de la manipulación y el juego estructurado.

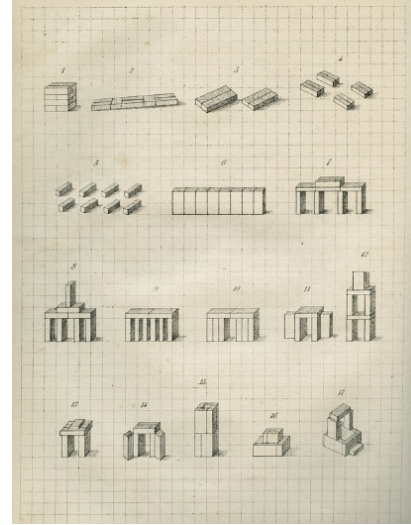


Figura 4. Descripción de los Dones.

Aunque Fröbel dejó otros escritos pedagógicos, los mencionados aquí son de los más influyentes y fundamentales para entender su método educativo. Su pensamiento, influenciado por su maestro **Johann Heinrich Pestalozzi**, marcó un antes y un después en la educación infantil, consolidando el juego y la exploración activa como herramientas esenciales para el aprendizaje.



Figura 5. Profesora en un jardín de infancia.

² Los "Dones" (*Gaben* en alemán, *Gifts* en inglés, también traducidos como *Regalos*) son materiales pedagógicos ideados por Friedrich Fröbel para el desarrollo infantil. A lo largo de este texto se emplearán indistintamente los términos "Dones", "Gaben", "Gifts" o "Regalos" para referirse a estos materiales, según convenga al contexto lingüístico o a la fuente consultada. Su descripción y función se desarrollarán en apartados posteriores.

2.1.3. Influencia y legado de Fröbel

Tras la muerte de Fröbel en 1852, su legado encontró nuevos caminos gracias al esfuerzo de sus seguidores, quienes difundieron su enfoque pedagógico por todo el mundo. Bertha von Marenholtz-Bülow desempeñó un papel crucial al promover el método Fröbeliano en países como Gran Bretaña, Francia, Bélgica, Suiza, Italia y los Países Bajos mediante conferencias, exposiciones y la formación de educadores.

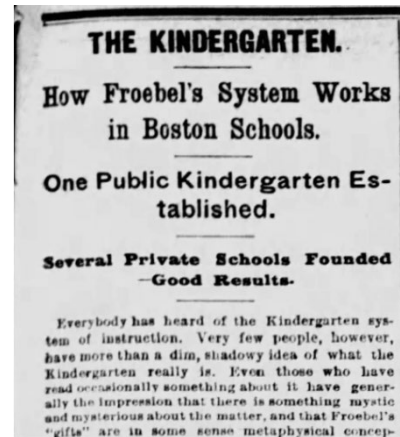


Figura 6. Artículo sobre el Kindergarten del Boston Globe, 1876.

En Estados Unidos, figuras como Elizabeth Peabody introdujeron el kindergarten, adaptando las ideas de Fröbel al contexto estadounidense. Durante el último cuarto del siglo XIX, el método también llegó a Japón, influenciado por el creciente interés en la modernización educativa.



Figura 7. Anuncio de la "Pestalozzi-Fröbel-Haus en la revista «Kindergarten».

La expansión global del método de Fröbel permitió que sus principios influyeran en sistemas educativos de todo el mundo, consolidando su legado en la pedagogía contemporánea. A fines del siglo XIX, algunos de sus planteamientos, como el uso de los "Regalos", se exhibían en ferias mundiales y fueron adoptados por escuelas progresistas de Europa, Estados Unidos y Japón. Estos materiales tuvieron un impacto directo en diseñadores y artistas que posteriormente experimentaron con la abstracción. El método Fröbeliano también tuvo un fuerte componente social. Las mujeres

desempeñaron un papel fundamental en la expansión del jardín de infancia, viendo en él una oportunidad para impulsar mejoras sociales tanto para los niños como para ellas mismas, aprovechando dos de las pocas posiciones de poder aceptables para ellas en la época: la educación de la primera infancia y la maternidad joven.

Aunque algunos aspectos de su filosofía se han simplificado o reinterpretado, el principio fundamental de fomentar el desarrollo del niño mediante el juego ha permanecido como el núcleo de su enfoque. Instituciones como la "*Pestalozzi-Fröbel-Haus*", fundada en Berlín por Henriette Schrader-Breymann, contribuyeron a consolidar el método en Escandinavia y Europa del Este, extendiendo su influencia incluso a Polonia, Bulgaria, Hungría y Rusia.

El mayor éxito de Fröbel radica en que sus materiales y su método de enseñanza permitieron que la idea del *kindergarten* viajara y perdurara a lo largo del tiempo. Para 1850, ya se habían abierto jardines de infancia en Inglaterra, India, Bélgica, Francia y Estados Unidos. Muchas de las mujeres educadas por Fröbel llevaron consigo su método al emigrar, adaptándolo a las realidades culturales de cada lugar. Así, el jardín de infancia se consolidó como una institución clave en la educación infantil.

Fröbel destacó por introducir el juego como una herramienta educativa, preparando a los niños para la escolarización formal. Este enfoque rompió con el modelo tradicional, creando espacios abiertos donde la creatividad, el contacto con la naturaleza y el aprendizaje activo eran esenciales. A pesar de las transformaciones a lo largo del tiempo, el impacto de Fröbel en la educación infantil sigue siendo evidente, con el *kindergarten* como un elemento esencial en los sistemas educativos modernos.



Figura 8. Kindergarten gratuito para niños afroamericanos, Nueva York, 1901.
Fuente: Free Kindergarten Association for Colored Children.

2.2. Principios del Método Fröbel

2.2.1. Filosofía educativa

El método educativo desarrollado por Friedrich Fröbel está fundamentado en una visión integral del desarrollo infantil, considerando no solo el aspecto intelectual, sino también el emocional, artístico y físico del niño. Fröbel entendía la educación como un proceso que comienza desde el nacimiento del niño, resaltando la responsabilidad de los adultos y la importancia de las instituciones dedicadas a la primera infancia. Los adultos deben guiarlo en su crecimiento natural, fomentando su autonomía, creatividad y capacidad de aprendizaje. Su enfoque supuso una auténtica revolución en la pedagogía, estableciendo nuevos estándares para la educación infantil y dando lugar a la creación del jardín de infancia, un espacio diseñado para favorecer el crecimiento natural del niño a través del juego y la exploración.

Uno de los principios fundamentales del pensamiento "Fröbeliano" es que la educación debe respetar el desarrollo natural del niño, atendiendo a sus capacidades, intereses y necesidades individuales.

Fröbel estuvo influenciado por las ideas del educador suizo Johann Heinrich Pestalozzi, al trabajar durante un tiempo en una escuela basada en su pedagogía. Pestalozzi defendía que los niños necesitaban participar activamente en el aprendizaje y en actividades físicas, no bastaba con la memorización y repetición. Su enfoque fomentaba la manipulación y la observación como la principal forma de alcanzar el conocimiento, promoviendo que los estudiantes llegaran a sus propias conclusiones a través de la experiencia. En sus lecciones, los niños observaban minerales, plantas y animales, representándolos inicialmente con líneas, ángulos y curvas abstractas, avanzando progresivamente hacia formas más realistas, subrayando la importancia del dibujo.

Las escuelas de Pestalozzi también promovían el canto, el baile y las actividades al aire libre. La geografía se enseñaba mediante paseos por la naturaleza, la botánica y la geología a través de la recolección de muestras, y las matemáticas con objetos cotidianos como manzanas y piedras. Los niños mayores incluso realizaban mapas en relieve del terreno local, aplicando así un aprendizaje práctico y sensorial.

Una de las ideas más innovadoras de Pestalozzi fue sustituir el aprendizaje unidireccional y los rígidos códigos de conducta por el refuerzo positivo, apelando a la curiosidad natural de los niños. Creía firmemente que el tacto guiaba al pensamiento y este, a su vez, al aprendizaje.

Además, Pestalozzi creía que las mujeres, como figuras maternas, eran ideales para la enseñanza, fomentando el aprendizaje desde el cariño y la confianza. En su obra "*Cómo Gertrude enseña a sus hijos*" (*"Wie Gertrud ihre Kinder lehrt"*) (1801), destacó que los niños aprenden mejor siguiendo sus propios intereses, a través de la percepción sensorial, la actividad física y el vínculo afectivo madre-hijo.

Influenciado en estas ideas, Fröbel defendía una educación basada en la actividad y la experimentación, alejándose del aprendizaje mecánico y la simple memorización. Para ilustrar su concepción del desarrollo infantil, utilizó la metáfora del jardinero para describir el papel del educador: siendo el maestro el que atiende a los niños como si fueran plantas, cuidando y orientando el crecimiento sin forzar su desarrollo, acompañar al niño en su aprendizaje, permitiendo que florezca de acuerdo con su propia naturaleza.



Figura 9. Baile de niños y niñas del kindergarten gratuito de Nueva York, 1879.
Frank Leslie's Illustrated Newspaper, Granger.

Además, Fröbel basó su filosofía educativa en el concepto de unidad: la idea de que todo en el universo está interconectado. Creía que el propósito fundamental de la educación era fortalecer el vínculo entre el niño y la naturaleza, considerando que esta reflejaba la armonía y el crecimiento constante del mundo. Para él, estudiar la naturaleza, como la botánica o las ciencias naturales, no solo fomentaba el conocimiento, sino también valores morales profundos. Además, Fröbel extendió este principio de unidad al ámbito social, diseñando herramientas pedagógicas que promovían las relaciones positivas dentro de la familia, la comunidad y más allá de las diferencias culturales o lingüísticas.

En este sentido, el juego ocupa un lugar central en su pedagogía. Siendo el juego la manifestación más pura y espiritual del desarrollo infantil, entendida como una manifestación espontánea de la vida interior del niño que contribuye a su alegría, libertad y armonía con el mundo. No es simplemente una actividad recreativa, sino un proceso esencial para la formación del carácter y el aprendizaje; “El niño que juega tranquilamente, con espontánea actividad, resistiendo a la fatiga, llegará a ser de seguro un hombre también activo, resistente, capaz de sacrificarse por su propio bien y por el de los demás.” [*“La educación del hombre”*]

El juego es una herramienta esencial para el aprendizaje, que permite a los niños explorar el mundo que les rodea y desarrollar habilidades físicas, cognitivas y sociales. El juego debía ser guiado y estructurado mediante actividades diseñadas para fomentar el aprendizaje activo y creativo. Esto es posible usando materiales manipulativos como los “Dones de Fröbel” (Fröbelgaben en alemán), la jardinería o la narración de cuentos, que se usaban para estimular los sentidos y fortalecer las habilidades del niño. Actualmente esta idea de aprendizaje a través de la exploración y la interacción con el entorno sigue influyendo en la educación moderna, especialmente en los métodos de enseñanza dirigidos a niños de 0 a 7 años.

2.2.2. Concepto de "Kindergarten"

Friedrich Fröbel es globalmente conocido como el creador del Kindergarten, el jardín de infancia moderno. Es una institución educativa destinada al desarrollo de los niños en edad preescolar. En 1837, inauguró el primer jardín de infancia en Blankenburg, Turingia, estableciendo un espacio educativo basado en el juego, la interacción social y el aprendizaje a través de la exploración.

El concepto de "Kindergarten", encierra un doble significado: por un lado, los niños juegan y aprenden en contacto con la naturaleza, y por otro, se les cuida y nutre como si fueran plantas en un jardín, promoviendo su desarrollo de manera natural y armoniosa.

Fröbel cambió la forma de la escuela, dejando atrás las filas de pupitres, el espacio se convirtió en una sala abierta y un jardín al aire libre con muebles de tamaño infantil. En el interior, había largas mesas en donde los niños se sentaban y las cuales tenían un tablero de pizarra marcado con una cuadrícula. Los asientos, estaban etiquetados con el nombre de pila de cada niño, promoviendo el sentido de pertenencia y orden. El exterior, eran huertos comunitarios y parterres individuales donde los niños cultivaban flores, verduras y plantas silvestres.



Figura 10. Niños en el Kindergarten. 1899-1900.



Figura 11. Clase de primaria estudiando las plantas. Escuela Whittier. 1899-1900

El jardín de infancia no solo se concebía como un lugar de aprendizaje para los niños, sino también como un espacio de apoyo para las familias, en especial para las madres. Fröbel creía firmemente que la educación infantil debía comenzar en el hogar, siendo los padres como principales responsables del desarrollo de sus hijos. El Kindergarten debía completar esta educación familiar, ofreciendo herramientas y orientación a los padres sobre cómo interactuar y educar adecuadamente a sus hijos antes del ingreso a la escuela.

Fröbel definió las cuatro tareas básicas que el jardín de infancia debía cumplir:

1. Ser un centro de prueba y modelo para futuras instituciones similares.
2. Servir como una institución de formación y enseñanza, tanto para educadores como para cualquier persona interesada en la educación infantil.
3. Generalizar el juego como herramienta educativa, ayudando a los padres y educadores a comprender su importancia en el desarrollo del niño.
4. Ofrecer a todos los niños en edad preescolar una educación completa, adaptada a sus necesidades y cualidades individuales.

El juego es uno de los pilares fundamentales de esta institución, al ser considerada como la actividad más natural y significativa para el desarrollo infantil. En las aulas del jardín de infancia, los niños comenzaban su día jugando, sin necesidad de oraciones previas ni cantos. Esto se hacía con el objetivo de que los niños no estuvieran ni un momento inactivo.

Un día típico en el kindergarten duraba alrededor de tres horas y comenzaba con una canción de "buenos días" y otra relacionada con el clima o la estación. Después, los niños se sentaban en círculo para una charla grupal, seguida de un tiempo de juego con los *Dones de Fröbel* durante unos 30-40 minutos, donde ellos mismos organizaban y recogían los materiales. Luego, hacían juegos activos y gimnasia sencilla durante 45 minutos. La jornada terminaba con media hora de trabajos manuales, creando algo para llevar a casa, y una canción de despedida. Cada día era diferente: las actividades cambiaban, se incluían paseos por la naturaleza, jardinería y nuevas canciones.

Los "*Dones y Ocupaciones*" eran unos materiales diseñados por el propio Fröbel, específicamente creados para fomentar la creatividad y el pensamiento estructurado. Estos materiales, de apariencia simple, permitían a los niños construir libremente o seguir desafíos específicos, como la creación de casas, escaleras o torres. Cuando una construcción de un alumno era particularmente buena, Fröbel pedía al resto de los niños que la replicaran, promoviendo el aprendizaje colectivo y el reconocimiento del esfuerzo individual.

Bertha von Marenholtz-Bülow, una de las principales defensoras del método de Fröbel, resumió las necesidades naturales de la primera infancia que el jardín de infancia buscaba satisfacer. Según ella, este método respondía a la necesidad de

movimiento físico a través de juegos gimnásticos, el desarrollo de la destreza manual con actividades sensoriales, y el fomento de la creatividad mediante pequeñas tareas artísticas. Además, estimulaba la curiosidad natural del niño promoviendo la observación y el razonamiento, cultivaba la empatía con la jardinería y labores sencillas, y fortalecía la expresión emocional mediante canciones y juegos. También enseñaba a vivir en sociedad fomentando las virtudes sociales y, finalmente, atendía la necesidad más profunda del alma: buscar un propósito y conexión espiritual. Este enfoque integral equilibraba el desarrollo físico, emocional, social e intelectual del niño.

2.2.3. Importancia del juego en el aprendizaje

El método educativo de Friedrich Fröbel se centró en la teoría del juego. El juego es la expresión más profunda de la existencia humana, permite a los niños desarrollarse libremente mientras exploran. A través del juego, el niño relaciona su mundo interior con el exterior.

Fröbel entiende el juego como un medio que permite al niño descubrir su entorno de manera autónoma, fomentando su curiosidad y habilidades cognitivas. Jugando el niño interactúa con objetos y situaciones, experimenta con formas y relaciones espaciales, lo cual ayuda a mejorar el desarrollo sensorial y motor. Transformando el mundo es un espacio para la exploración y aprendizaje.

Define el juego como la manifestación más pura de la esencia del niño. Además, para comprender realmente a un niño, Fröbel sugiere que el adulto juegue con él, para que se adentre en su mundo, pero siempre respetando su proceso de descubrimiento.

2.3. Dones y Ocupaciones

Friedrich Fröbel, desarrolló un sistema educativo basado en el juego como método de aprendizaje. Una de sus contribuciones más importante fue añadir un conjunto de materiales estandarizados a la teoría de Pestalozzi sobre la educación temprana. Para ello, diseñó 20 materiales, los llamados Dones (Gaben) y Ocupaciones (Beschäftigungen), que permitían a los niños explorar conceptos matemáticos, espaciales y creativos de manera progresiva aumentando la complejidad para ayudar a comprender conceptos abstractos. A través del uso de estos materiales, los niños pasaban de la manipulación de formas concretas a la comprensión de ideas más complejas, siempre a través del juego y la experimentación.

En su metodología se encuentran dos tipos de actividades: Dones y Ocupaciones.



Figura 12. Dones de Fröbel.



Figura 13. Ocupaciones de Fröbel.

Los Dones se presentaban a los niños como regalos, generalmente dentro de cajas cerradas para despertar su curiosidad y fomentar el descubrimiento. Diseñados para ser explorados y devueltos a su estado original tras su uso, permitían construir, desmontar y reorganizar formas sin alterar su estructura. Estos fomentaban la observación, la experimentación y el desarrollo de habilidades cognitivas a través del juego.

Por otro lado, las Ocupaciones implicaban actividades en las que los materiales sufrían una transformación permanente. Estas tareas, promovían la creatividad, la paciencia y la destreza manual. A diferencia de los Dones, los materiales utilizados en las Ocupaciones no podían volver a su forma original, lo que permitía a los niños conservar sus creaciones en álbumes de recortes o exhibirlas en el aula.

Fröbel consideraba que la curiosidad innata de los niños era el recurso más valioso para el aprendizaje. Por ello, las experiencias con Dones y Ocupaciones no solo fomentaban la exploración individual, sino que también se complementaban con canciones, historias y actividades grupales. A través de esta educación simbólica, los niños aprendían a conectar lo tangible con lo conceptual, interiorizando ideas abstractas de manera natural y lúdica.

Por otro lado, Fröbel también estableció tres formas de trabajo con los Dones y Ocupaciones, cada una de ellas enfocada en distintos aspectos del desarrollo infantil: Forma de Vida, Forma de Conocimiento y Forma de Belleza.

La primera categoría es la Forma de Vida, que consiste en la representación de objetos y situaciones de la vida cotidiana del niño. Los niños construyen casas, puentes, animales y otros elementos familiares, lo que fortalece su comprensión del mundo que les rodea.

El siguiente modo de trabajo es la Forma de Conocimiento, donde se aplican conceptos matemáticos y científicos a través la manipulación de formas. En esta categoría, los niños descubren principios de simetría, proporción, fracciones y geometría, sentando las bases para el pensamiento lógico y analítico.

Por último, la Forma de Belleza se centra en la creación de patrones y diseños abstractos. Este tipo de trabajo estimula la creatividad y el sentido estético del niño, permitiéndole experimentar con la armonía y el equilibrio visual.

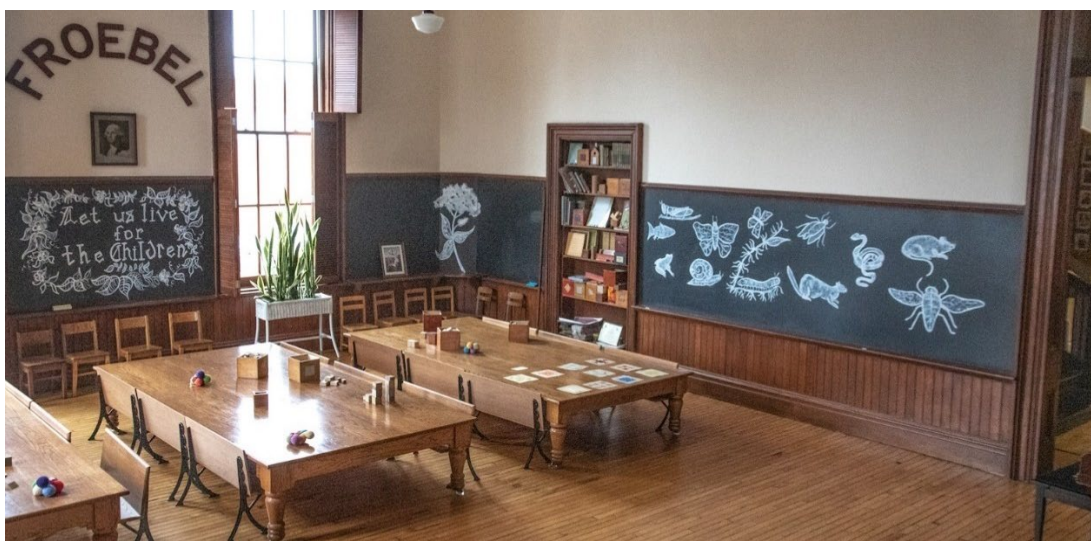


Figura 14. Primer jardín de infancia en una escuela pública de Estados Unidos

Antes de abordar el análisis detallado de los Dones (Gaben) y Ocupaciones (Beschäftigungen), es importante señalar que su numeración no sigue un orden estrictamente correlativo. A lo largo del tiempo, diferentes pedagogos, historiadores y especialistas en la obra de Fröbel han interpretado y clasificado estos materiales de formas variadas, lo que ha dado lugar a discrepancias en el orden y la numeración, especialmente a partir del séptimo don.

Por ejemplo, algunos materiales considerados “dones lineales” (como los palos, anillos o listones) han sido agrupados por su función común más que por una secuencia cronológica, llegando incluso a aparecer numerados como el 15.º, 16.º o 17.º en algunas fuentes. Esta variabilidad responde tanto a criterios pedagógicos como a decisiones editoriales o museográficas. Por ello, en este trabajo se ha optado por seguir una clasificación que respeta la progresión conceptual del sistema de Fröbel (de lo tridimensional a lo bidimensional y de ahí a lo lineal), lo cual implica presentar algunos dones fuera de su numeración estricta, pero de forma coherente con su intención educativa. Esta elección facilita la comprensión del desarrollo progresivo de los conceptos espaciales, estructurales y simbólicos que Fröbel propuso para acompañar el crecimiento cognitivo y creativo del niño.

2.3.1. Los " Dones "

El objetivo de los Dones no era tan solo mejorar la motricidad y la percepción sensorial, sino también introducir a los niños en principios matemáticos, geométricos y artísticos de manera intuitiva. De este modo, los niños adquirirían conocimientos sobre el equilibrio, la simetría y la organización espacial sin necesidad de una explicación explícita de los conceptos matemáticos.

Don 1 – Bolas de hilo

El Primer Regalo consistía en seis bolas de lana de diferentes colores unidas a una cuerda. Fröbel quería que la pelota fuera la primera experiencia educativa del bebé y el punto de partida para introducir el resto de los dones, comenzando a usarse alrededor de las seis u ocho semanas de vida.



Figura 15. Don nº 1 de Fröbel. Bolas de hilo.

Su forma esférica simbolizaba tanto la estabilidad como el movimiento. A través de acciones simples como agarrarla, hacerla rodar o esconderla, el niño desarrollaba coordinación motora y percepción del color, además de aprender conceptos fundamentales como el espacio, el tiempo, la gravedad y la direccionalidad (derecha e izquierda).



Figura 16. Exposición del MoMa "Taking a Thread for a Walk"

Don 2 – Esfera, cilindro y cubo

Fröbel consideraba el Segundo Don como el más profundo de todos y clave para comprender su método. Consistía en un cubo y una esfera de madera, a los que más tarde añadió un cilindro para mostrar la conexión entre ambas formas. La esfera representaba el movimiento y la unidad, mientras que el cubo simbolizaba el reposo y la diversidad. El cilindro, a su vez, era la síntesis de ambas cualidades.



Figura 17. Don nº 2 de Fröbel. En uso.

Las piezas tenían pequeños bucles de alambre en sus extremos para poder colgarlas y agujeros pasantes que permitían insertar palillos. Los niños exploraban estas formas comparando sus diferencias y similitudes, descubriendo cómo se transformaban al girarlas. Además, se utilizaban en cuentos, juegos y clases de matemáticas, introduciendo a los niños en la geometría, la aritmética y el sentido estético del diseño.



*Figura 18. Don nº 2 de Fröbel.
Esfera, cilindro y cubo.*

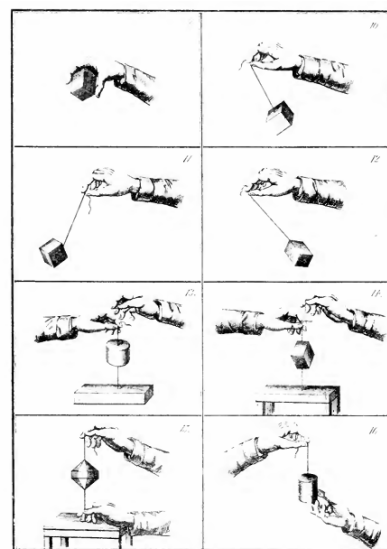


Figura 19. Guía del Don nº2.

Dones 3, 4, 5 y 6 – Construcción con bloques

El Tercer Regalo marcaba el inicio de los juegos de construcción en el jardín de infancia ideado para niños de tres a cuatro años. Fröbel defendía que la modularidad era clave para el éxito de un juego de bloques constructivos. Por ello, este regalo consistía en un cubo de 5 cm dividido en ocho cubos más pequeños, permitiendo a los niños explorar la relación entre el todo y las partes. Este material despertaba la curiosidad por desmontar y reconstruir, enseñando conceptos como unidad y divisibilidad, escala y forma complementaria.

Gracias a su simplicidad, ofrecía más posibilidades de juego que otros juguetes de construcción de la época. Su versatilidad permitía que fuera todo lo que la mente infantil pudiera imaginar, fomentando la creatividad, la coordinación y el pensamiento lógico. Los niños podían apilarlos para formar estructuras, organizarlos en patrones o usarlos para representar objetos de su entorno, incluyendo así las tres formas de juego de Fröbel. Además, el uso compartido de los bloques promovía la socialización y el trabajo en equipo.

A medida que los Dones avanzaban, los bloques evolucionaban hacia formas más complejas como prismas rectangulares, ampliando el aprendizaje hacia la geometría, la aritmética y el diseño.



Figura 21. Don nº 3 de Fröbel.

Figura 22. Don nº 4 de Fröbel.

Figura 20. Dones de construcción.



En el Cuarto Regalo, se reemplazaron los cubos del Tercer Don por fichas planas y alargadas, similares a ladrillos. Aunque se guardaban en una caja con forma de cubo del mismo tamaño, las piezas ahora eran distintas entre sí y se caracterizaban por tener tres ejes desiguales. Esta nueva estructura permitió explorar tanto el diseño en tres como en dos dimensiones, facilitando la creación de formas más realistas y verticales. La modularidad de las piezas abrió nuevas posibilidades para juegos más complejos y diseños de mayor belleza.

El Quinto y Sexto Regalo continúan con la secuencia de los Dones, ampliando la complejidad de las formas y estructuras. El Quinto Regalo es un cubo dividido en veintisiete piezas, con cortes diagonales que permiten la creación de formas prismáticas, ideales para construir estructuras realistas y formas de belleza. El Sexto Regalo, como extensión del Cuarto, amplía aún más las posibilidades con treinta y seis piezas, incluidas columnas, medios cubos y ladrillos. Este regalo permite introducir conceptos avanzados como el cálculo del volumen, la raíz cúbica y principios aplicables a la arquitectura a mayor escala. Ambos regalos enseñan sobre volumen, planitud y construcción, invitando al niño a explorar estructuras más complejas y desarrollando su comprensión de las dimensiones espaciales.

Además, el método de guardado de estos juguetes seguía un ritual preciso: en lugar de volcar las piezas al azar, se retiraba la tapa con cuidado, permitiendo que el cubo completo quedara sobre la mesa. Tras el juego, se reconstruía y se guardaba de forma ordenada, reforzando así la lección fundamental de Fröbel sobre la unidad y la interconexión de todas las cosas, las personas y las acciones.



Figura 23. Don nº 5 de Fröbel.
Prismas rectangulares



Figura 24. Don nº 6 de Fröbel.
Prismas triangulares

Don 7 – Figuras geométricas planas

El Séptimo Regalo marcó un cambio conceptual significativo en la serie de los dones, siendo el primer regalo abstracto. Mientras que los seis primeros dones consistían en formas tridimensionales, este nuevo conjunto introducía por primera vez el concepto de bidimensionalidad como su principio fundamental. Se trataba de piezas geométricas planas que permitían a los niños explorar la representación de imágenes en dos dimensiones, fomentando una comprensión más abstracta de la forma y la estructura.

Las fichas geométricas del séptimo don incluían cuadrados y diferentes tipos de triángulos, todos basados en el módulo de una pulgada de los dones anteriores. Estas piezas encajaban en la cuadrícula de las mesas³ de jardín de infancia, facilitando la creación de composiciones organizadas y estructuradas.

A través del uso de estos elementos, los niños aprendían a relacionar los volúmenes tridimensionales con sus equivalentes planos. Se realizaban ejercicios en los que se cubrían las superficies de los cubos con fichas cuadradas y luego se descomponían en representaciones planas, ayudando a comprender la relación entre espacio y superficie. Además, la disposición de las fichas en patrones geométricos recordaba el arte del mosaico, ofreciendo una conexión con la tradición ornamental.

Más allá del simple juego con formas, el séptimo don fomentaba la percepción visual y el pensamiento abstracto. Los niños exploraban conceptos geométricos y descubrían la capacidad de fragmentar y sintetizar imágenes. Además, con un uso inteligente del color, se lograban ilusiones de perspectiva de sólidos simples como tetraedros y cubos.



Figura 25. Don nº 7 de Fröbel. Figuras geométricas planas

³ La cuadrícula de las mesas del jardín de infancia, diseñada por Fröbel, consistía en una serie de espacios o recuadros dispuestos de forma ordenada sobre la superficie de las mesas. Esta estructura permitía a los niños colocar y organizar las fichas geométricas de manera precisa, favoreciendo el desarrollo del pensamiento espacial y la coordinación.

Dones 8, 9, 15, 16 y 17 – Dones lineales: palos, anillos, listones, listones articulados y entrelazados

A lo largo del sistema de dones de Fröbel, encontramos un grupo de materiales que, aunque numerados de manera discontinua, comparten una misma esencia: el estudio de la línea como elemento fundamental del diseño y la construcción. Este grupo, compuesto por los dones 8, 9, 15, 16 y 17, explora diferentes maneras de representar y manipular líneas a través de elementos como palos, anillos y listones en diversas configuraciones. Norman Brosterman, en *“Inventing Kindergarten”*, los clasifica juntos precisamente por este enfoque común, que guía a los niños en la exploración del contorno, la estructura y la relación entre las formas.

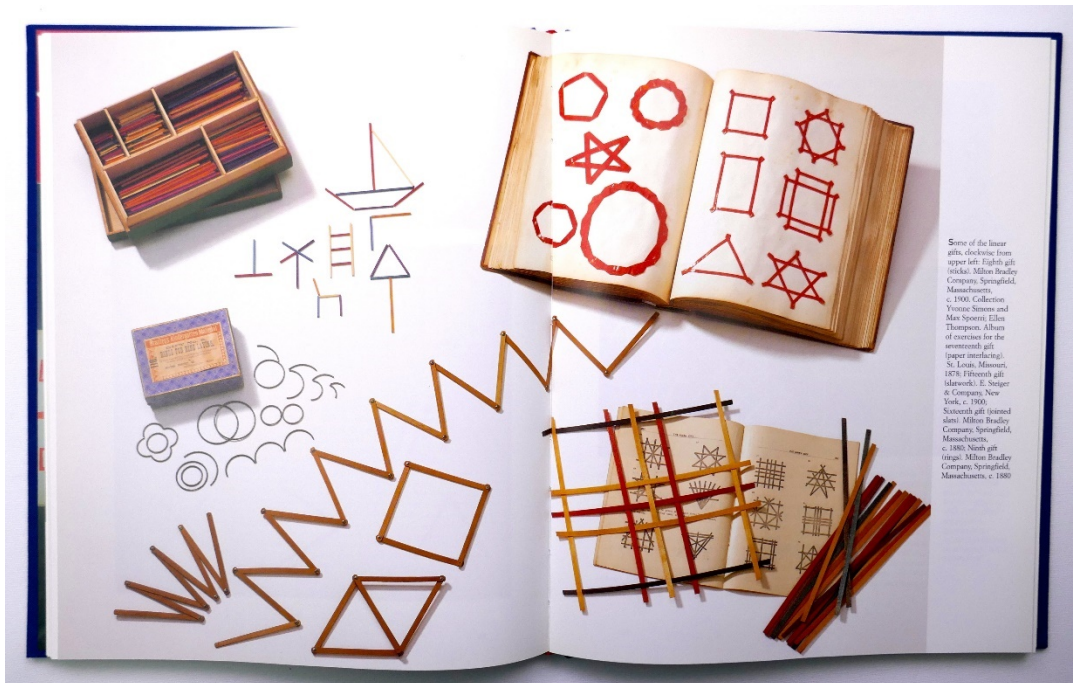


Figura 26. Dones lineales. *Inventing Kindergarten*, Brosterman, Norman

Los dones del uno al seis exploraban el volumen, y el séptimo, estaba basado en superficies planas. El Octavo Regalo de Fröbel introduce un nuevo concepto: la línea como elemento exclusivo e independiente. Representadas por delgados palitos de madera, estas líneas, antes presentes solo como aristas en los cubos y baldosas de parquet, ahora se presentan de forma libre. Este regalo permitía a los niños construir figuras a partir de contornos, lo que marcaba un paso más hacia la abstracción dentro del método de Fröbel.

Los palitos se vendían en longitudes proporcionales a las diagonales de cuadrados de 2,5 a 12,5 cm y, en consecuencia, también a la cuadrícula utilizada en el sistema educativo de Fröbel, asegurando una estructura ordenada. Gracias a su sencillez, eran accesibles y fáciles de manipular, convirtiéndose en una herramienta ideal para representar las tres categorías del conocimiento según Fröbel: la naturaleza, el saber y las formas de belleza. También eran utilizados en los primeros ejercicios de formación de letras y palabras.



Figura 27. Don nº 8 de Fröbel. Dones lineales.

Al trabajar con líneas rectas en lugar de formas orgánicas, los niños eran guiados de manera intuitiva hacia una expresión más abstracta y depurada. Así, este regalo no solo servía para desarrollar la percepción visual y la motricidad fina, sino que también sembraba la semilla de un pensamiento estructurado que más tarde se reflejaría en el lenguaje visual del arte moderno.

El Noveno Regalo, los anillos, don añadido por los seguidores de Fröbel, introducía las líneas curvas en el sistema de aprendizaje. A diferencia de los palitos rectos del



Figura 28. Don nº 9 de Fröbe. Dones lineales.

octavo don, estos anillos de alambre de acero incluían círculos completos, medios círculos y cuartos de círculo en distintos tamaños. Su forma contrastaba con la geometría angular del resto de los dones, sirviendo como referencia de la esfera y el cilindro presentes en los primeros regalos.

El **decimoquinto don**, los listones, consistía en delgadas tablillas de madera, lisas o coloreadas, que permitían a los niños explorar la resistencia y la unión entre elementos. Estos listones no solo favorecían la creación de estructuras firmes, sino

que también brindaban la oportunidad de “dibujar en el espacio”, término que Fröbel usaba para describir construcciones que podían suspenderse y moverse con el viento. De este modo, facilitaban el paso de las formas bidimensionales a las tridimensionales, un aspecto clave en su método.



Figura 29. Don nº 15 de Fröbel. Los listones.

El Decimosexto Regalo, los listones articulados, eran varillas planas unidas por bisagras que permitían formar distintas figuras geométricas. Aunque no representaban formas de Naturaleza ni de Belleza, eran una herramienta eficaz para enseñar geometría de manera tangible. Al manipularlos, los niños comprendían los ángulos y las formas de forma práctica, sin depender solo de dibujos en la pizarra.

El Decimoséptimo Regalo de Fröbel, el entrelazado de tiras de papel, consistía en plegar y doblar largas tiras de papel de colores para crear formas geométricas. Aunque se presenta en muchos manuales como un don, su complejidad sugiere que más bien es una ocupación. Requiere un control preciso de los materiales para transformar una línea unidimensional de papel en formas permanentes. Esta actividad, más flexible que los listones y las tablillas articuladas, se destaca por permitir a los niños expresar creatividad a través del trabajo manual, siendo una de las más difíciles dentro del sistema de Fröbel.



Figura 30. Ocupación nº 17 de Fröbel. Entrelazado de tiras de papel.

Don 10 – Dibujo

El décimo regalo de Fröbel, conocido como "dibujo sobre red" o Netzzeichen, consistía en el uso de una cuadrícula para desarrollar la percepción y la representación de formas a través del dibujo. Inspirado en las ideas de Pestalozzi, Fröbel consideraba que las direcciones horizontal y vertical eran esenciales para la comprensión visual y estructuró este ejercicio como un puente entre sus dones y ocupaciones. Los niños utilizaban pizarras cuadrículadas o papel milimetrado para copiar patrones, seguir instrucciones o crear diseños propios, fortaleciendo así su capacidad de observación, análisis espacial y creatividad. Este método no solo tuvo un impacto educativo en su época, sino que también influyó en el desarrollo del pensamiento visual y en las prácticas artísticas posteriores.

2.3.1. Las “Ocupaciones”

Después de los Dones, Fröbel introdujo las Ocupaciones como una segunda etapa en su sistema educativo. Estas actividades permitían a los niños modificar los materiales a través de perforaciones, cortes, tejidos o dobleces. Los números del diez al veinte, con algunas excepciones, correspondían a materiales diseñados para estas tareas artesanales. Además de estimular la creatividad y la destreza manual, ofrecían la posibilidad de conservar las creaciones en álbumes o exponerlas en el aula. Para Fröbel, las Ocupaciones no solo respondían al deseo natural del niño por una actividad creativa y útil, sino que también fomentaban un aprendizaje más autodirigido, ampliando la enseñanza objetiva de Pestalozzi.

Ocupación 11 – Perforación de papel

El undécimo regalo de Fröbel, la perforación de papel, fue la primera de sus Ocupaciones y supuso la transición del dibujo a la costura. En este ejercicio, los niños usaban un alfiler con mango de madera para perforar patrones en papel, creando imágenes a partir de simples puntos. Más que un entretenimiento, esta actividad representaba la culminación de su sistema educativo: desde los volúmenes en el espacio hasta líneas y, finalmente, puntos.

Además, las perforaciones podían ser iluminadas por la luz o combinadas con papel de colores para generar efectos visuales, reforzando la idea de interconexión y unidad presente en toda la pedagogía Fröbeliana. La punción fue otra de las creativas reinterpretaciones de Fröbel de una artesanía tradicional, transformándola en una herramienta educativa accesible y significativa para los niños pequeños.



Figura 31. Ocupación nº11. Perforaciones de papel.

Ocupación 12 – Costura

La costura en el jardín de infancia de Fröbel no se centraba en la confección, sino en la exploración de formas y patrones a través del bordado decorativo. Usando hilo de seda o lana sobre cartulinas cuadrículadas o preperforadas, los niños creaban diseños geométricos como cruces, cuadrados o zigzags, enfatizando los elementos visuales más que la representación de objetos. Esta actividad, heredada del arte popular centroeuropeo, reforzaba el aprendizaje a través de la repetición y el color⁴.



Figura 32. Ocupación nº12. Costura.

Ocupaciones 13, 14 y 18 – Cortar, tejer y doblar

Fröbel reconoció la importancia del color en el desarrollo infantil, esto se demuestra al integrarlo desde su primer regalo. Sin embargo, en las ocupaciones con papel: cortar (decimotercer regalo), tejer (decimocuarto regalo) y doblar (decimoctavo regalo), el uso del color alcanzó su máximo esplendor dentro del jardín de infancia.

Fröbel se inspiró en la tradición alemana de crear diseños simétricos al recortar papel doblado para desarrollar su don de corte de papel. Más allá de su valor decorativo, esta ocupación fomentaba la transformación y la unidad, donde cada pieza cortada formaba parte esencial del diseño final.



Figura 33. Ocupación nº 18 de Fröbel. Doblado de tiras de papel.

⁴ Más adelante se explicará cómo estas prácticas influirían en artistas como Paul Klee y Piet Mondrian.

Aunque representar formas de la naturaleza era complicado, los patrones geométricos y decorativos creados con cuadrados de papel reflejaban el principio Fröbeliano de no desperdiciar nada, manteniendo siempre la cohesión del conjunto.

El tejido de papel, era una de las ocupaciones más valoradas en el jardín de infancia por su aplicabilidad práctica. Utilizando tapetes precortados, tiras de colores y agujas planas de hojalata, esta actividad no solo fomentaba la creatividad, sino que también ayudaba a los niños a desarrollar habilidades como el conteo, la planificación y la composición, reforzando el sentido del orden y la progresión en sus creaciones.

El plegado de papel, aunque a menudo asociado con el origami japonés, tiene raíces en la tradición china y fue adaptado en el jardín de infancia con un enfoque particular. Más que crear figuras como objetos o seres vivos, el objetivo principal era transformar cuadrados de papel en formas más pequeñas y elaboradas, muchas con simetría rotacional. Introducido en etapas avanzadas del sistema de Fröbel, esta actividad desafiaba a los niños mayores, ayudándoles a perfeccionar su destreza manual y demostrando que, con la guía adecuada, eran capaces de lograr creaciones complejas.

En el jardín de infancia, las ocupaciones que trabajaban con papel retomaban la lógica geométrica y bidimensional del método de Fröbel. Mientras que el tejido mantenía un orden fijo, el corte y el doblado transformaban la cuadrícula en nuevas formas. A través de estos ejercicios, los niños no solo exploraban patrones, sino que aprendían a modificar y reinterpretar su entorno de manera creativa dentro de un sistema estructurado.

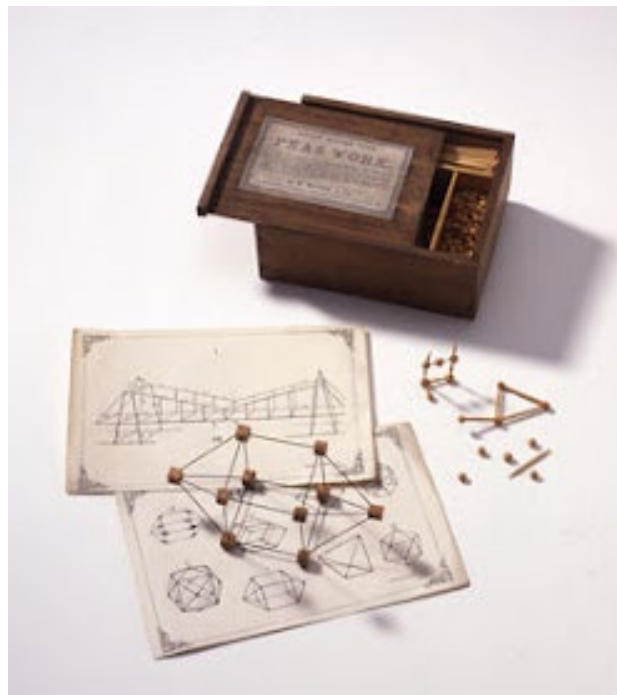


Figura 34. Ocupación nº 14: Tejer con papel.

Ocupación 19 – Trabajo con guisantes

El trabajo con guisantes y palitos, el penúltimo de los dones de Fröbel, servía para reintroducir el concepto de volumen al final de la secuencia.

Los niños comenzaban creando figuras planas, como triángulos y cuadrados, y luego las expandían en el espacio para formar estructuras tridimensionales como pirámides o cubos. Esta actividad no solo reforzaba las lecciones anteriores sobre líneas y puntos, sino que también ayudaba a los niños a entender cómo esas formas planas se convierten en objetos sólidos a través de la transformación geométrica.



*Figura 35. Ocupación nº 19 de Fröbel:
Trabajo con guisantes.*

Además, al utilizar guisantes ablandados como conectores, Fröbel incorporaba lecciones sobre crecimiento y nutrición, algo común en los jardines de infancia. Los guisantes no solo servían como nodos estructurales, sino que también ofrecían una conexión entre la geometría, la naturaleza y el desarrollo humano. Así, el trabajo con guisantes y palitos representaba una interconexión multidimensional, un concepto apreciado por Fröbel, que vinculaba el aprendizaje de la arquitectura con el de la biología y el desarrollo integral del niño.

Ocupación 20 – Modelado con arcilla

El modelado con arcilla, uno de los dones finales de Fröbel, es una de las ocupaciones más primitivas de la humanidad, relacionada con el origen de las artes plásticas. A través de la creación de formas en materiales blandos, los niños podían materializar conceptos abstractos y desarrollar habilidades motoras y creativas. Esta actividad también reflejaba la idea de Fröbel de que las ocupaciones deben acompañar el desarrollo general de la civilización humana.

El modelado servía tanto para reforzar los conceptos aprendidos en etapas anteriores como para introducir nuevas lecciones. A través de la manipulación de la arcilla, los niños transformaban una simple pelota en formas más complejas, como cilindros o cubos, en una experiencia práctica de la filosofía del jardín de infancia.

Este proceso no solo les enseñaba sobre la transformación de las formas, sino que también les ofrecía una manera tangible de conectar todo lo aprendido, creando modelos de cosas sencillas y complejas, reflejando tanto el sistema educativo de Fröbel como la estructura del universo.



*Figura 36. Ocupación nº 20 de Fröbel:
Modelado con arcilla.*

2.4. Influencia en el Arte y el Diseño Moderno

El impacto del método educativo de Friedrich Fröbel trascendió más allá del ámbito de la pedagogía infantil, tuvo una profunda influencia en el arte, la arquitectura y el diseño moderno. En los jardines de infancia se experimentaba con formas geométricas, patrones y estructuras simples, lo cual dejó huella en algunos de los artistas y diseñadores más influyentes del siglo XX. Se ve claramente la evolución, el arte que se hacía en el siglo anterior era muy distinto al que surgió de los niños que fueron al kindergarten.

Movimientos artísticos como el Expresionismo, el Cubismo y el Surrealismo encontraron en la educación de Fröbel una fuente de inspiración. Artistas como Paul Klee y Wassily Kandinsky asistieron a los primeros jardines de infancia y, posteriormente, sus obras reflejaron el uso de la geometría, la abstracción y el juego con las formas que caracterizaban los materiales pedagógicos de Fröbel. Otros, como Piet Mondrian, conocieron estos principios durante su formación como docentes y los aplicaron en su arte.

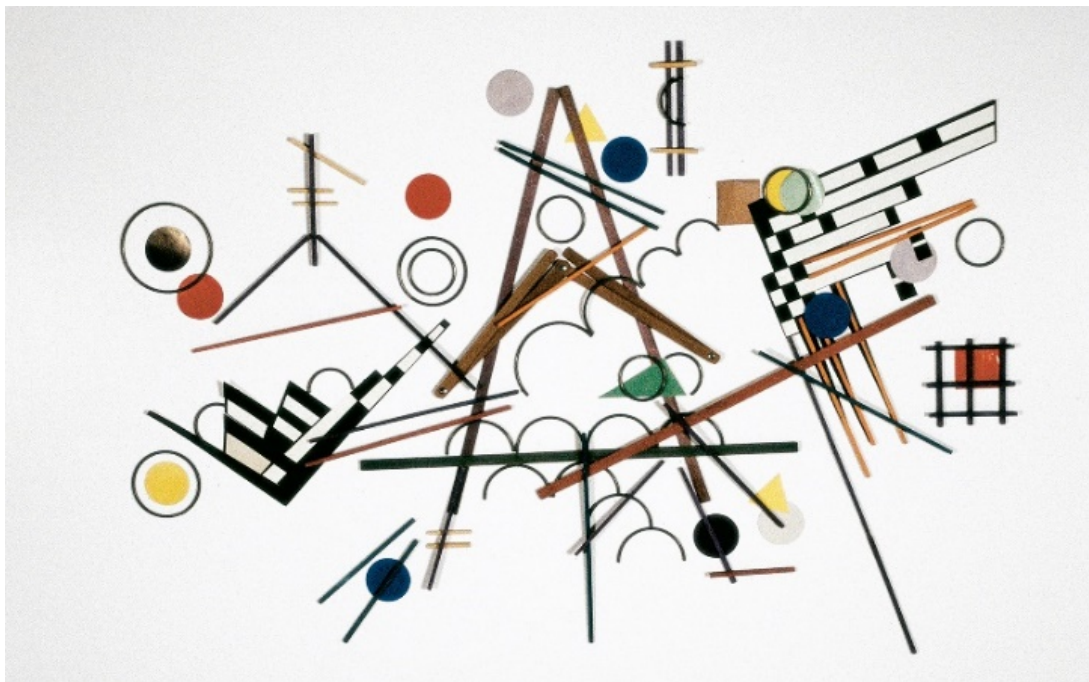


Figura 37. La Composición 8 de Wasily Kandinsky de 1923, recreada con los dones del jardín de infancia número 7 (parquet de papel), 8 (palos), 9 (anillos), 14 (tejido), 15 (listones) y 16 (listones articulados).

El impacto de Fröbel no se limitó a la pintura, sino que también alcanzó la arquitectura y el diseño. Walter Gropius, fundador de la escuela Bauhaus, integró los principios del método Fröbel en su innovador enfoque educativo, hasta el punto de que su primera contratación en la Bauhaus fue una maestra de jardín de infancia. En esta innovadora institución educativa los estudiantes de diseño, ya adultos, hacían ejercicios geométricos similares a los que practicaban los niños en los jardines de infancia.

Se extendió más allá de Alemania, influyendo en alguno de los arquitectos más importantes del siglo XX. Le Corbusier jamás asistió a la escuela de arquitectura, sin embargo, si recibió formación en un kindergarten en Suiza. Las geometrías cuadriculadas y los patrones repetidos de sus casas y apartamentos modernistas recuerdan a los ejercicios que realizaban los niños con los "Regalos de Fröbel" (Fröbelgaben).

Otro caso resaltable es el de Buckminster Fuller, conocido por sus innovadores domos geodésicos. Siendo tan solo un niño descubrió la resistencia estructural del triángulo, jugando con el regalo decimonoveno de Fröbel, conectando guisantes y palitos de madera. El resto de sus compañeros construía estructuras rectangulares, mientras Fuller comprendió la estabilidad de las formas triangulares, las cuales más tarde aplicaría en sus diseños arquitectónicos.



Así, la visión educativa de Fröbel no solo transformó la infancia, sino que también cambió el curso del arte, la arquitectura y el diseño, sentando las bases del modernismo y dejando un legado que aún perdura en la educación y el mundo contemporáneo.

*Figura 38. Don 19: Trabajo con guisantes.
MoMA Lawrence Benenson*

3. Estudio de mercado

El estudio de mercado se ha realizado como parte de la investigación previa llevada a cabo para la elaboración del proyecto final. Es un aspecto fundamental del proyecto, ya que permite recopilar datos clave, establecer expectativas y detectar necesidades que deben ser satisfechas. Además, ayuda a identificar oportunidades para innovar y destacar en el sector juguetero.

El diseño de juguetes educativos ha evolucionado con el tiempo, influenciado por diversas corrientes pedagógicas. En este contexto, la metodología de Friedrich Fröbel ha desempeñado un papel clave en la creación de materiales y juguetes orientados al desarrollo cognitivo y creativo de la infancia. Su enfoque, basado en la exploración, la manipulación de formas geométricas y la construcción libre, ha inspirado a numerosos diseñadores y pedagogos.

A través de este análisis, se busca comprender el impacto de estos enfoques en el mercado actual y explorar oportunidades para el desarrollo de nuevos juguetes educativos alineados con estos principios. Para ello, se examinarán aspectos clave como el tipo de juguete, las habilidades que potencian, su diseño, la edad recomendada y su rango de precio.

3.1. Tendencias actuales

El mercado de juguetes educativos se encuentra en un momento de transformación y evolución, impulsado por una mayor conciencia pedagógica, medioambiental y tecnológica. A medida que la sociedad valora más la educación personalizada, el desarrollo integral y la sostenibilidad, el diseño de juguetes responde a estas tendencias actuales y a los cambios en los hábitos de consumo de las familias, integrando nuevas formas de aprendizaje y juego, además de valores como la sostenibilidad, la inclusión o el pensamiento creativo. A continuación, se presentan las principales tendencias que definen el contexto actual del sector.

3.1.1. Enfoques pedagógicos contemporáneos

Uno de los cambios más notables es la creciente adopción de enfoques pedagógicos centrados en el niño y basados en el aprendizaje activo.

El método STEAM, acrónimo que combina las iniciales de cinco áreas disciplinares fundamentales: **S** - Science (Ciencia), **T** - Technology (Tecnología), **E** - Engineering (Ingeniería), **A** - Arts (Arte) y **M** - Mathematics (Matemáticas), ha ganado terreno como una metodología educativa porque busca integrar estas cinco áreas de conocimiento de una manera práctica e interdisciplinar. No se trata de enseñar estas materias de forma aislada, sino de encontrar conexiones entre ellas y utilizarlas conjuntamente para abordar problemas y proyectos.

Los objetivos de esta metodología consisten en fomentar el pensamiento crítico, estimular la creatividad, desarrollar la resolución de problemas e incentivar el trabajo colaborativo. Se aplica desde edades tempranas, reconociendo la importancia de desarrollar estas habilidades fundamentales desde la infancia. El objetivo es que los juguetes sean una herramienta tangible para que los niños puedan experimentar y comprender conceptos que, de otra manera, podrían parecer abstractos.

Junto a STEAM, se observa una creciente presencia de juguetes inspirados en métodos educativos como Montessori, Waldorf o Reggio Emilia, donde se fomenta la exploración libre, el uso de materiales naturales y la participación activa del niño. Este tipo de juguetes suelen tener formas sencillas, materiales naturales y promueven la autonomía del usuario.

También se observa una revalorización del legado de Friedrich Fröbel, cuyas propuestas siguen inspirando juguetes que combinan formas geométricas, orden y exploración libre.

3.1.2. Sostenibilidad y conciencia ecológica

La sostenibilidad es una de las principales preocupaciones tanto de los fabricantes como de los consumidores en el mercado actual. Esta creciente conciencia medioambiental ha modificado radicalmente la forma en que se diseñan, producen y consumen juguetes. Existe una presión significativa y una oportunidad de mercado para aquellos productos que minimizan su impacto ecológico a lo largo de su ciclo de vida.

Cada vez más fabricantes apuestan decididamente por la incorporación de materiales sostenibles en la producción de sus juguetes. Entre estos materiales, destacan la madera certificada FSC, el cartón reciclado, los bioplásticos derivados de fuentes renovables y los textiles orgánicos. Paralelamente, se está reduciendo drásticamente el uso de plásticos de un solo uso en productos y embalajes, y se prioriza activamente el diseño de packaging mínimo, fabricado con materiales reciclados o que sea fácilmente reutilizable por el consumidor.

En este contexto, la utilización de madera con sello FSC no es solo una opción, sino una clara ventaja competitiva y un reflejo del compromiso con la sostenibilidad. El sello FSC, otorgado por el Forest Stewardship Council (Consejo de Administración Forestal), es un sistema de certificación forestal reconocido a nivel mundial. Su propósito es asegurar que la madera y otros productos derivados de los bosques provienen de fuentes gestionadas de forma responsable y sostenible, considerando los aspectos ambientales, sociales y económicos.



Figura 39. Logo de FSC, Forest Stewardship Council

La certificación FSC implica que se protege la biodiversidad y los ecosistemas forestales, realizando una gestión forestal de manera que se minimiza el impacto ambiental, se conservan los hábitats naturales y se protegen las especies en peligro. Promoviendo una explotación que permite la regeneración natural del bosque. También se respetan los derechos de las comunidades y trabajadores, garantizando unas condiciones laborales justas y seguras para quienes trabajan en el bosque. Además, se consideran y respetan los derechos legales y tradicionales de las comunidades locales y los pueblos indígenas vinculados a estas áreas forestales. Por último, se asegura la viabilidad económica a largo plazo permitiendo la

producción de madera y otros productos forestales de manera rentable, pero sin agotar los recursos, asegurando así la disponibilidad de estos para las futuras generaciones.

Al adquirir madera con el sello FSC, los fabricantes y, por extensión, los consumidores tienen la garantía de que están apoyando prácticas forestales éticas y sostenibles que contribuyen a la salud de los bosques a nivel global.

Por otro lado, este enfoque sostenible, no solo responde a una exigencia del mercado, sino que también trata de formar parte de una estrategia educativa, donde el niño a través del juego se familiariza con conceptos de responsabilidad medioambiental. Empresas como PlanToys, Hape o Green Toys se han posicionado como referentes en este campo, produciendo juguetes respetuosos con el entorno y con procesos de fabricación éticos.

Además, se valora positivamente un diseño duradero, con juguetes que acompañen al niño durante varias etapas de su desarrollo o que incluso puedan heredarse entre generaciones, fomentando el consumo responsable.

3.1.3. Tecnología y digitalización

El mercado del juguete ha experimentado una notable influencia de la digitalización, con el avance de la tecnología han aparecido juguetes que incorporan componentes digitales o interactivos. Sin embargo, existe una preocupación creciente por el exceso de pantallas, lo cual ha generado una corriente que valora la "desconexión digital". Un segmento creciente del mercado busca juguetes analógicos que fomenten la concentración, la interacción social sin mediación de pantallas, el juego imaginativo y el desarrollo sensorial a través de la manipulación física de objetos, especialmente en las primeras etapas del desarrollo infantil.



Figura 40. LEGO® Education: Set de Expansión SPIKE™ Prime

Algunos juguetes innovadores emplean la tecnología como una herramienta de apoyo, pero conservan un fuerte componente físico. Un ejemplo de esto son los kits de Lego Education, que integran sensores y motores con piezas tradicionales para enseñar conceptos de ingeniería de forma lúdica llegando a un equilibrio entre lo digital y lo analógico.

3.1.4. Inclusividad, diversidad y accesibilidad

El mercado tiende cada vez más hacia la oferta de juguetes diseñados bajo principios de inclusividad, buscando ser accesibles y relevantes para todos los niños, independientemente de su género, capacidades (físicas, cognitivas, sensoriales), origen cultural o neurodivergencias. Esto implica la eliminación de estereotipos de género, la representación de la diversidad cultural y funcional, y la adaptación del diseño para facilitar su uso por niños con distintas necesidades.

Las marcas están empezando a lanzar líneas de muñecos con diferentes tonos de piel, condiciones físicas (como muñecos con audífonos, gafas o síndrome de Down) y profesiones no estereotipadas, promoviendo valores de empatía, igualdad y respeto desde edades tempranas.

Un ejemplo es Miniland, firma comprometida con estos valores. Su colección "My Friends & Me" busca fomentar la empatía, la inclusión y la educación emocional desde la infancia. Destaca la "Muñeca caucásica con vitíligo de 38 cm", dirigida para niños de entre 10 y 72 meses. Este juguete no solo representa la diversidad física, sino que incorpora propuestas educativas y creativas como pulseras de la amistad y tarjetas personalizables, que fomentan la expresión emocional y el desarrollo de la motricidad fina.



Figura 41. Muñeca caucásica con vitíligo de Miniland.

Fabricada artesanalmente en España con vinilo de alta calidad y un aroma suave a vainilla, esta muñeca refleja un enfoque multisensorial y seguro, cumpliendo con las normativas vigentes. La colección incluye otros modelos con implantes cocleares, gafas o condiciones específicas, ofreciendo referentes reales y diversos que ayudan a los niños a naturalizar las diferencias y promover la aceptación.

En general, esta tendencia responde a una visión del diseño universal, en la que todos los niños pueden jugar, aprender y participar sin barreras. Además, se investiga constantemente en soluciones accesibles para niños con discapacidades visuales, auditivas o motrices, incluyendo texturas diferenciadas, piezas de gran tamaño, colores contrastados, o instrucciones en braille y pictogramas.

3.1.5. Diseño abierto, modularidad y creatividad

El concepto de "juego abierto" ha cobrado especial relevancia en los últimos años. Se trata de juguetes que no tienen una única forma de usarse, sino que invitan a la exploración libre, la reinterpretación y la creatividad. Estos juguetes ofrecen múltiples posibilidades de combinación y uso, sin instrucciones rígidas ni resultados predeterminados. Son especialmente valorados porque se adaptan a distintos estilos de juego, edades y etapas del desarrollo, permitiendo un uso prolongado en el tiempo.



Figura 42. Explorer Set de Modu.

Los sistemas modulares, como el de MODU, permiten crear infinitas configuraciones a partir de un número limitado de piezas, lo que estimula la motricidad fina, la capacidad espacial, la coordinación y la imaginación.

En particular, el *Explorer Set de la* marca danesa *MODU* es un ejemplo destacado de esta tendencia. Se trata de un conjunto de bloques de espuma EVA de alta densidad, conectores y ruedas, que pueden ensamblarse para construir desde vehículos hasta estructuras para jugar o trepar. Este tipo de diseño dinámico y tridimensional favorece el desarrollo físico, la creatividad y el pensamiento estructurado a través del movimiento y la experimentación.

Además, muchos juguetes de este tipo fomentan el juego colaborativo, al permitir que varios niños participen simultáneamente en la construcción y modificación de estructuras. La modularidad, por tanto, no solo enriquece las posibilidades de juego, sino que también promueve habilidades sociales y de cooperación.

3.1.6. Producción local y diseño responsable

Por último, se observa un renovado interés por los juguetes producidos localmente o de forma artesanal. Este fenómeno responde tanto a razones medioambientales como sociales, ya que permite reducir la huella de carbono y apoyar economías más justas.

Los productos con origen local o artesanal, son percibidos a menudo como de mayor calidad, fabricados bajo condiciones éticas y con un menor impacto ambiental (debido a la reducción de la cadena de suministro).

El diseño de autor y las pequeñas marcas recuperan técnicas tradicionales, como la carpintería, el bordado o la cerámica, aplicadas a juguetes con un alto valor estético y funcional. Esta tendencia también se relaciona con el deseo de ofrecer productos únicos, alejados de la estandarización masiva.

3.2. Análisis del producto

Dado el amplio rango que abarca la industria del juguete, este estudio de mercado se ha estructurado en torno a tres apartados que permiten analizar con mayor profundidad aquellas propuestas más afines a los objetivos del proyecto.

En primer lugar, se recoge una selección de juguetes que se inspiran de forma explícita en el Método Fröbel, ya sea por la mención directa de su legado o por la recuperación de sus “dones” y principios pedagógicos. A continuación, se presentan juguetes que, sin referirse directamente a Fröbel, comparten aspectos fundamentales de su enfoque, como la experimentación sensorial, el aprendizaje activo o la manipulación de formas geométricas básicas. Por último, se incluyen juguetes de construcción y exploración espacial, que destacan por su claridad formal, posibilidades compositivas, modularidad, propuesta estética o valor pedagógico. Esta clasificación permite observar distintos enfoques de diseño y extraer referentes útiles para la fase proyectual.

3.2.1. Juguetes inspirados en el Método Fröbel

Bloques de construcción de piedra de anclaje

Para comenzar el estudio de mercado, con juguetes cuyos creadores reconocen abiertamente la influencia de Fröbel, el primer ejemplo analizado es el "Bloques de construcción de piedra de anclaje" de Richter, Alemania, patentado en 1884.

Este juguete está compuesto por unos bloques fabricados prensando una mezcla de arena de cuarzo, cal y barniz de aceite de linaza, lo que les otorga una textura y peso similar a los materiales de construcción reales.



Figura 43. Juguete Grundkasten Nr. 4 de Richter, Alemania.

Estos bloques fueron ideados por los hermanos Lilienthal, quienes se inspiraron en los bloques de madera de Fröbel, desarrollando una versión mineral que replicaba los principios de construcción y exploración característicos de su pedagogía. Apenas unos años después de la muerte de Fröbel en 1852, este juguete evolucionó como una extensión natural de su método, permitiendo a los niños experimentar con la construcción arquitectónica de manera más realista y estructuralmente estable.

La gama de colores se inspira en los materiales arquitectónicos tradicionales, con tonos que imitan el ladrillo, la piedra caliza y la pizarra. Los juegos incluyen diversas formas geométricas que permiten la creación de diseños arquitectónicos complejos.

Es un juego diseñado para la creación de estructuras arquitectónicas, pero además fomenta habilidades como la creatividad y la imaginación, el desarrollo de la motricidad fina y la coordinación ojo-mano, el pensamiento lógico y la concentración.



Figura 44. Niños jugando con Grundkasten Nr. 4.

La edad recomendada es de a partir de los 4 años, adecuado tanto para niños como para adultos, cumpliéndose otro de los principios más importantes de Fröbel que es que los dones acompañen al niño durante todo su desarrollo hasta la edad adulta.

El precio varía según el tamaño del set y su edición. Un conjunto básico, como el "Grundkasten Nr. 4", actualmente tiene un precio aproximado de 59€. Sin embargo, versiones más grandes o ediciones históricas pueden alcanzar precios significativamente más altos.

Su permanencia en el mercado desde el siglo XIX demuestra su valor tanto como herramienta educativa como por su atractivo atemporal.

Juego de bolas Fröbel

El Juego de Bolas Fröbel es un juguete de madera basado en la pedagogía de Friedrich Fröbel, quien enfatizó el aprendizaje a través de materiales manipulativos en la infancia. Este producto fue diseñado por Hop'Toys España, una empresa especializada en el diseño y fabricación de juguetes educativos que promueven el desarrollo cognitivo, sensorial y motor en niños. Hop'Toys se distingue por su enfoque en la pedagogía inclusiva, creando juguetes que no solo son accesibles, sino que también están basados en teorías educativas reconocidas como la de Fröbel.

El Juego de Bolas incluye 36 bolas de gran tamaño y colores vibrantes, diseñadas para ser colocadas en un tablero de 30,5 x 30,5 cm, lo que permite la creación de mosaicos y estructuras tridimensionales. Este tipo de actividades, que involucran la manipulación y la organización de formas simples, sigue los principios fröbelianos, que fomentan el aprendizaje a través del juego libre y creativo.



Figura 45. Juego de Bolas Fröbel.

Este juego fomenta el desarrollo de la coordinación ojo-mano, la motricidad fina y la percepción visual del niño. Además, introduce conceptos básicos de simetría, equilibrio y combinaciones de colores, siguiendo los principios educativos de Fröbel. Contiene un componente adicional, una pinza que puede transformarse en dos cucharas, lo que potencia la destreza manual y amplía las posibilidades de juego.

Además, el producto contiene 30 tarjetas modelo con distintos niveles de dificultad, lo que permite adaptar el juego al desarrollo progresivo del niño y estimular su creatividad. Está recomendado para niños a partir de 18 meses, proporcionando una introducción temprana a la exploración sensorial y a la organización espacial.

Su diseño sigue los principios fröbelianos, en los que el juego y la manipulación de formas básicas ayudan a sentar las bases del pensamiento matemático y la creatividad desde la infancia. El precio de este juego en el mercado es de 154,90€.

Bloques de corcho Fröbel-Korko.

Los *Bloques de corcho 40 piezas Fröbel-Korko* es un juguete educativo que sigue la tradición pedagógica de Friedrich Fröbel, destacando el aprendizaje a través de la manipulación de objetos sencillos y naturales. Fabricados por la empresa Korko, que



Figura 46. Bloques de corcho 40 piezas Fröbel-Korko.

se especializa en la creación de juguetes ecológicos y educativos, estos bloques están diseñados para fomentar la creatividad, las habilidades motoras finas y la coordinación mano-ojo en los niños.

Este juguete consta de 40 piezas de corcho en varios colores llamativos y 8 formas diferentes. Gracias a sus propiedades del material, como su suavidad, ligereza y capacidad para adherirse a superficies, los bloques pueden apilarse, alinearse o crear estructuras fantásticas sin riesgo, ya que el corcho no produce ruido ni peligro al caer. Estas características hacen que el juguete sea perfecto para niños a partir de 18 meses.

Los bloques de corcho permiten que los niños construyan y derriben torres o estructuras de forma controlada. Además, pueden clasificar los bloques según su forma o color, promoviendo habilidades matemáticas básicas como contar y clasificar. Este tipo de juego libre también fomenta la imaginación, ya que no existen límites para lo que los niños pueden crear.

Korko es una empresa que se enfoca en la sostenibilidad y el uso de materiales naturales, como el corcho y la madera, para crear productos que fomenten la conexión de los niños con la naturaleza. Además, todos los productos Korko se fabrican en Portugal, asegurando una producción local y responsable. Este juguete tiene un precio de 34,90€.



Figura 47. Niños jugando con Fröbel-Korko.

3.2.2. Juguetes con influencia del Método Fröbel

Tinkertoy

Tinkertoy es un juguete de construcción que ha fascinado a niños y adultos durante más de un siglo. Está diseñado para fomentar la creatividad y la experimentación estructural. Se basa en el concepto de la unión de carretes y varillas para crear figuras tanto estáticas como móviles. Desde su invención en 1914 por Charles Pajeau y Robert Pettit, este juguete ha evolucionado sin perder su esencia, convirtiéndose en un juguete clásico que sigue vigente en la actualidad.

Este juguete potencia varias habilidades en los niños. Al manipular las piezas, desarrollan la coordinación mano-ojo y la motricidad fina, esenciales en la infancia. Además, el proceso de ensamblaje fomenta el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la creatividad, ya que los pequeños pueden construir libremente o seguir modelos propuestos. *Tinkertoy* también introduce conceptos básicos de ingeniería y geometría, estimulando el pensamiento espacial.

El diseño de *Tinkertoy* ha pasado por varias transformaciones a lo largo del tiempo. Originalmente estaba fabricado en madera, hoy en día se comercializa con piezas de plástico resistente, asegurando mayor durabilidad y facilidad de ensamblaje. El set incluye 100 piezas, entre varillas, carretes y conectores, almacenadas en una lata que, además de brindar una solución de almacenamiento práctica, evoca la estética clásica del juguete. También incorpora una hoja con 15 modelos sugeridos, que sirven de inspiración o guía para los niños mientras exploran sus propias creaciones.



Figura 48. Tinkertoy 1914.

Este juguete está recomendado para niños a partir de los 3 años, aunque su diseño versátil permite que personas de todas las edades disfruten de la experiencia de construcción. Gracias a su enfoque educativo y lúdico, *Tinkertoy* se convierte en una excelente opción para jugar en familia o en entornos escolares. Su precio varía según el tamaño del set y el lugar de compra, pero suele situarse alrededor de los 40€.



Figura 49. *Tinkertoy Wonder Builder Set, 1930*

Tinkertoy se fabrica en Estados Unidos y, desde su creación, ha sido un referente en el diseño de juguetes educativos. Aunque no se menciona explícitamente, este sistema de construcción comparte principios fundamentales con el Don 19 de Fröbel - El Trabajo de los Guisantes, el cual consistía en unir pequeños guisantes



Figura 50. *Tinkertoy Retro Building Tin*

con palillos para construir estructuras tridimensionales. Ambos juguetes permiten experimentar con la geometría, el equilibrio y la estabilidad, fomentando el aprendizaje a través del juego. Mientras que el Don 19 se enfocaba en la conexión entre puntos para formar volúmenes, *Tinkertoy* amplía esta idea al permitir la creación de mecanismos móviles, acercando a los niños al mundo de la ingeniería.

Start de SmartMax

El SmartMax Start es un juguete de construcción basado en el uso del magnetismo. Está compuesto por piezas de colores llamativos que permiten a los niños crear figuras y estructuras mediante la conexión magnética de barras y esferas. Este juego ofrece la posibilidad de explorar la atracción y repulsión magnética, proporcionando una experiencia sensorial y manipulativa única. Además, su diseño modular permite ampliar la colección con sets adicionales, aumentando las posibilidades de construcción y experimentación.

Este juguete fomenta la creatividad al permitir la construcción de múltiples formas y figuras sin muchas limitaciones estructurales. Además, desarrolla el razonamiento lógico y la comprensión temprana de conceptos científicos, como el magnetismo. También contribuye al desarrollo de la motricidad fina y la percepción espacial. Todas estas habilidades están alineadas con los principios de aprendizaje a través del juego que promovía Fröbel.



Figura 51. Juguete Start de SmartMax

En cuanto a su diseño, Start está compuesto por piezas de gran tamaño y colores brillantes, lo que facilita su manejo por parte de los niños más pequeños. La combinación de barras y esferas magnéticas ofrece una mecánica de juego intuitiva y accesible para diversas edades, estando recomendada para niños a partir de 1 año de edad.

Desde la perspectiva de la metodología de Fröbel, el Start comparte principios fundamentales con el Don 19, el juego con guisantes. En ambos casos, los niños experimentan con conexiones entre elementos individuales para formar estructuras más complejas, lo que les permite desarrollar una comprensión de la forma y el espacio.

Asimismo, el juego con materiales manipulativos y la libertad de exploración que SmartMax promueve está en sintonía con los principios de Fröbel, quien defendía el aprendizaje a través del juego libre y el descubrimiento activo. El uso de elementos modulares y la posibilidad de construir sin restricciones fomenta la creatividad y el pensamiento estructural, valores esenciales en la educación temprana según Fröbel.

El precio del Start es de 39,99 € .

3.2.3. Juguetes de construcción y exploración espacial

El Balancín – Picopao

El Balancín es un juguete de construcción producido por la firma española Picopao, una empresa que apuesta por el diseño sostenible, los materiales naturales y la exploración creativa a través del juego libre. Su precio actual en el mercado es de 78,00 €.

Este juguete se compone de una serie de piezas de madera de formas irregulares, que evocan retales o fragmentos que podrían encontrarse en un taller de carpintería. A pesar de su aparente aleatoriedad, estas piezas han sido cuidadosamente diseñadas para poder apilarse y equilibrarse, permitiendo la construcción de estructuras inestables que desafían la gravedad. Esta propuesta recupera el sentido más primitivo y esencial del juego, centrado en la experimentación con formas, pesos, equilibrios y relaciones espaciales.

El Balancín promueve una experiencia de juego libre y abierta, donde no existen instrucciones ni objetivos definidos. Los niños, y también los adultos, pueden manipular las piezas, explorar sus posibilidades y descubrir combinaciones inesperadas, lo que favorece el desarrollo de la creatividad, la concentración, la motricidad fina y el pensamiento espacial.

Este juguete está dentro del concepto de construcción sencilla por la honestidad de sus materiales, la ausencia de mecanismos complejos y la libertad que ofrece para crear sin reglas. Su diseño, basado en piezas sueltas de madera, conecta con algunos principios del pensamiento fröbeliano, como el uso de materiales naturales, la estimulación sensorial y el fomento de la imaginación mediante la manipulación de formas básicas.

Además, al no presentar colores brillantes ni funciones electrónicas, El Balancín propone una estética serena y atemporal que invita a un tipo de juego pausado, introspectivo y profundamente físico. Su carácter artesanal y su cuidada fabricación refuerzan su valor como objeto educativo y lúdico de alta calidad.

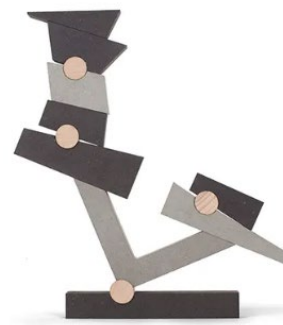


Figura 52. El Balancín de Picopao.

Moziblox – De Hop Toys

Moziblox es un juego de construcción compuesto por 30 cubos de madera decorados con patrones coloridos y geométricos que invitan a crear una gran variedad de formas, tanto planas como tridimensionales. Este juego destaca por su capacidad para estimular la imaginación, ofreciendo combinaciones infinitas que permiten al usuario explorar libremente el diseño y la composición visual.



Figura 53. Moziblox de Hop Toys.

Concebido como una herramienta tanto lúdica como educativa, Moziblox introduce de manera accesible conceptos esenciales como la simetría, la repetición y la organización espacial. Estas nociones son fundamentales para el diseño, ya que permiten comprender cómo se estructuran las formas y cómo interactúan los elementos visuales entre sí. Gracias a su estructura modular, los cubos pueden ser utilizados para desarrollar habilidades de planificación, análisis visual y coordinación motora fina.

El set incluye 10 tarjetas modelo que funcionan como guía o punto de partida, pero también fomenta la creación libre, lo que lo convierte en un recurso flexible para distintos niveles de desarrollo. Su potencial terapéutico también es notable: profesionales del ámbito educativo o clínico pueden utilizarlo como apoyo en diagnósticos relacionados con dificultades de percepción visual o en el entrenamiento de habilidades cognitivas.

Presentado en una caja de madera, Moziblox tiene unas dimensiones manejables (3,5 cm por cubo) y está recomendado para niños a partir de 4 años. Con un precio de 52,90 €, es un material que combina el atractivo visual con un enfoque educativo profundo, siendo especialmente relevante para diseñadores que valoran el juego como medio para potenciar la sensibilidad formal, la lógica visual y la creatividad estructurada.

Weplay Beanstalk – Weplay

Weplay Beanstalk es un juego de construcción versátil que permite experimentar con estructuras en dos y tres dimensiones, fomentando el pensamiento espacial y la creatividad. Consta de 180 piezas de distintos colores que pueden apilarse para crear composiciones complejas y llamativas. Incluye además dos tableros base, cuatro varillas multifunción y dos espejos que amplían las posibilidades de exploración visual y estructural.

Su diseño pone énfasis en conceptos como simetría, repetición y modularidad. El uso de espejos como herramienta de juego permite a los usuarios observar cómo se refleja una forma y cómo se duplica, lo que facilita la comprensión del equilibrio visual y la proporción. Asimismo, la combinación de piezas planas y volumétricas ofrece una transición natural entre lo gráfico y lo espacial, acercando al niño al lenguaje formal del diseño tridimensional.

A través del juego, los usuarios mejoran su coordinación mano-ojo, reconocen patrones y colores, y desarrollan habilidades cognitivas relacionadas con la percepción visual y la estructuración del espacio. Las varillas incluidas permiten manipular las piezas de manera precisa y son utilizadas también como soportes para los espejos, lo que añade un componente técnico que estimula la resolución de problemas.

Recomendado a partir de los 3 años y con un precio aproximado de 79.20 €, Weplay Beanstalk se presenta como un recurso lúdico de alto valor pedagógico, ideal para introducir a los más pequeños en los fundamentos de la composición, la exploración volumétrica y la percepción simétrica, pilares fundamentales en el aprendizaje del diseño.



Figura 54. Weplay Beanstalk.

3.3. Conclusión estudio de mercado

Una vez se han estudiado todos los puntos que engloban al estudio del mercado de los juguetes, se pueden extraer conclusiones que van a orientar y fundamentar el desarrollo del proyecto. En primer lugar, se confirma una creciente demanda de juguetes que integren principios pedagógicos, especialmente aquellos centrados en el aprendizaje activo, la creatividad y la exploración autónoma.

Asimismo, la sostenibilidad se ha convertido en un criterio prioritario tanto para fabricantes como para consumidores. Los juguetes fabricados con materiales naturales, reciclables o certificados, como la madera con sello FSC, no solo aportan valor medioambiental, sino que también contribuyen a la educación en responsabilidad ecológica desde edades tempranas. Esto refuerza la elección de materiales responsables y duraderos para el diseño del producto final.

A pesar del avance de la digitalización en los juguetes, existe una preocupación creciente por el exceso de pantallas, lo que impulsa una valoración de la "desconexión digital" y la búsqueda de juguetes analógicos que fomenten la concentración, la interacción social sin pantallas y el desarrollo sensorial a través de la manipulación física.

El mercado tiende hacia juguetes diseñados bajo principios de inclusividad, buscando ser accesibles y relevantes para todos los niños. El diseño universal, se consolida como una necesidad ética y de mercado. Por tanto, el proyecto debe tener en cuenta aspectos de accesibilidad, representación y adaptabilidad para resultar relevante y significativo.

Por último, el interés creciente por el juego abierto, la modularidad y la producción local subraya la importancia de crear juguetes versátiles, que fomenten la creatividad y puedan acompañar al niño en diferentes etapas. A su vez, el auge del diseño responsable y la producción artesanal refuerzan la necesidad de apostar por procesos de fabricación éticos, con un enfoque estético cuidado y funcional.

Estas conclusiones sirven como guía para el diseño del juguete educativo propuesto, asegurando que responda a las tendencias actuales del mercado y a las necesidades reales del desarrollo infantil, con una propuesta que une tradición pedagógica, innovación, sostenibilidad y diseño consciente.

4. Desarrollo del proyecto

4.1. Concepto inicial

El objetivo principal de este proyecto es la creación de un juguete educativo inspirado en la metodología de Fröbel. Tras un estudio profundo de su obra y de su impacto en la educación infantil, clasifiqué las capacidades y características que deseaba que el juguete fomentara, manteniéndome fiel a los principios de su pedagogía.

Fröbel enfatizaba la importancia de la naturaleza, afirmando que su observación contribuye al desarrollo integral de los niños y fortalece su comprensión del mundo. Partiendo de esta idea, quise que mi juguete mantuviera una conexión directa con la naturaleza, permitiendo a los niños explorar la relación entre los objetos y su entorno.

Otro aspecto fundamental fue garantizar que el diseño del juguete se basara en formas simples, siguiendo la convicción de Fröbel de que los modelos excesivamente elaborados desalentaban el descubrimiento y la creatividad. Las formas sencillas, en cambio, se adaptan a las distintas etapas del juego y permiten que los niños, sin importar su edad, puedan experimentar y crear libremente.

Además, tanto Fröbel como Pestalozzi sostenían que los niños aprenden a través del tacto y la observación, ya que poseen una inclinación natural a desmontar objetos y volver a armarlos. Este principio ha sido clave en el diseño del juguete, promoviendo la exploración activa y la comprensión a través de la manipulación directa. Del mismo modo, los bloques de madera —considerados por Fröbel como el punto de partida de la educación— han sido tenidos muy en cuenta para fomentar el aprendizaje mediante la experiencia sensorial y física.

Fröbel estableció tres tipos de actividades o formas de juego: las formas de la naturaleza o de la vida, las formas de belleza y las formas de conocimiento. Inspirándome en estos principios, he diseñado un juguete que permita a los niños experimentar estas metodologías de juego, al igual que ocurría con los “Dones” de Fröbel. Además, el juguete ha sido concebido para ser evolutivo, con distintos niveles de complejidad que se adaptan al desarrollo progresivo y a las diferentes edades de los usuarios.

Con todo esto en mente, definí los siguientes objetivos para mi producto, asegurándome de que fomentara habilidades esenciales para el desarrollo infantil:

El juguete debe ofrecer la posibilidad de desmontar, reorganizar y rearmar las piezas, promoviendo la imaginación, la creatividad y el pensamiento lógico. Esta interacción dinámica también refuerza las habilidades motoras finas a través de la manipulación y la coordinación ojo-mano.

También debe estimular a los niños a través de los sentidos, con texturas, colores y formas que refuercen el aprendizaje mediante la experiencia física y directa.

El juguete proporcionará libertad dentro de un marco estructurado, ofreciendo un abanico de posibilidades de exploración infinita, pero con límites que orientan al niño hacia un aprendizaje autodirigido, tal como se fomentaba en los Kindergarten de Fröbel.

Teniendo en cuenta las tres formas de juego de Fröbel:

1. **Formas de la naturaleza o de la vida:** El juguete se inspira en la vida cotidiana, reflejando objetos y conceptos del entorno natural y social del niño, facilitando la conexión con su realidad inmediata.
2. **Formas de conocimiento:** El juguete busca estimular el pensamiento abstracto y la resolución de problemas, proponiendo desafíos que fomenten la imaginación y el razonamiento lógico, ayudando a los niños a identificar conexiones, patrones y conceptos básicos de geometría.
3. **Formas de belleza:** El diseño del juguete combina una estética atractiva con la posibilidad de que los niños exploren la simetría, el color, las formas y el equilibrio, permitiendo el desarrollo del sentido estético y artístico.

Finalmente, al igual que los materiales utilizados por Fröbel, el juguete estará elaborado con materiales de calidad, duraderos y sostenibles. Esto no solo refuerza el valor del respeto por los recursos naturales, sino que también fortalece el vínculo entre el juego, el entorno y la naturaleza.

4.2. Análisis DAFO

Se ha incorporado un análisis DAFO como herramienta estratégica para evaluar los aspectos clave del proyecto. Este tipo de análisis permite identificar y comprender tanto factores internos como externos que pueden influir en su desarrollo. Su inclusión ofrece una visión global que facilita la toma de decisiones informadas, ayudando a anticipar desafíos y a aprovechar los puntos fuertes del diseño con vistas a su mejora y posible aplicación real.



Figura 55. Matriz DAFO.

4.3. Ergonomía, normativa, accesibilidad

Teniendo en cuenta que el objetivo del proyecto es crear un producto destinado a niños, se han considerado diferentes factores respetando los principios de la ergonomía y las normativas vigentes, con el fin de alcanzar las especificaciones necesarias para el desarrollo del producto.

La ergonomía es un aspecto fundamental en el diseño de productos, especialmente cuando están dirigidos al público infantil. En el caso de juguetes que requieren manipulación directa, como el que se propone en este proyecto, la ergonomía busca adaptar las dimensiones y formas de las piezas a las características fisiológicas y anatómicas de los usuarios en sus diferentes etapas de desarrollo.

Para establecer las dimensiones óptimas del juguete, se han consultado tablas antropométricas específicas para niños y niñas de entre 3 y 6 años, siendo este el rango de edad objetivo del producto. El análisis se ha centrado en tres parámetros fundamentales: la longitud de la palma de la mano (1), la anchura de la palma (2) y el diámetro de empuñadura (3) (Figura 56).

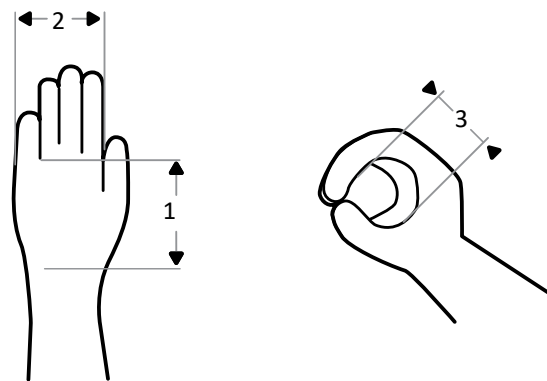


Figura 56. Longitud de la palma de la mano (1), anchura de la palma (2) y diámetro de empuñadura (3).
Figura adaptada del libro "Dimensiones antropométricas de población latinoamericana".

Se han tomado como referencia los extremos de los percentiles 5 y 95 para garantizar un diseño inclusivo y abarcar mayor rango. Los datos extraídos de las tablas antropométricas revelan que la **longitud de la mano** varía aproximadamente desde los 50 mm en el percentil 5 (niños de 3 años) hasta los 83 mm en el percentil 95 (niños de 6 años). La **anchura de la palma** oscila entre 42 mm y 67 mm. Por su parte, el **diámetro de empuñadura**, un parámetro especialmente relevante para definir el grosor de cualquier componente que deba ser sujetado por la mano, varía desde los 22 mm (p5) hasta los 32 mm (p95).

Con base en estos datos, se ha determinado que el juguete debe incluir elementos de agarre con un diámetro comprendido entre 22 y 30 mm. Este rango asegura que el juguete sea manipulable por niños de diferentes edades dentro del intervalo considerado, incluyendo aquellos con manos más pequeñas. Además, el diseño del juguete debe mantener una forma que facilite el agarre para manos con diferentes anchos de palma. Por ello, se ha establecido que cada elemento no debe exceder los 50 mm de lado, lo que permite un agarre completo sin esfuerzo excesivo.

Además de las consideraciones ergonómicas, el diseño del juguete se ha desarrollado en conformidad con la norma **UNE-EN 71**, relativa a la seguridad de los juguetes, y el **Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto**, sobre la seguridad de los juguetes, actualizado en su última modificación de 2022. Estas normativas establecen criterios esenciales que restringen ciertos aspectos del diseño, como la prohibición de bordes cortantes o piezas pequeñas que puedan suponer riesgo de asfixia, especialmente en productos destinados a menores de 36 meses.

La **Directiva 2009/48/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, también conocida como la **Directiva de Seguridad de los Juguetes**, establece los requisitos esenciales que deben cumplir todos los juguetes comercializados en la Unión Europea. Esta directiva abarca aspectos como la seguridad física y mecánica, la inflamabilidad, la composición química, la higiene y la radiactividad, con el objetivo de proteger la salud de los niños durante el uso del producto.

Uno de los pilares de esta directiva es la obligatoriedad del **marcado CE**, que indica que el juguete cumple con todos los requisitos legales de seguridad europeos. Además, se requiere que el fabricante realice una evaluación de la conformidad, elabore la documentación técnica correspondiente y proporcione instrucciones y advertencias adecuadas.

En España, la Directiva 2009/48/CE se aplica a través del **Real Decreto 1205/2011**, del 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes. Este decreto adapta la normativa europea al marco legal español y especifica cómo deben controlarse los juguetes en el mercado, cómo se regula su venta y qué sanciones se aplican si no se cumplen los requisitos de seguridad.

Además, deben seguirse las normas **UNE-EN 71**, desarrolladas por **AENOR** (Asociación Española de Normalización), organismo responsable de la elaboración de

normas técnicas en España. El prefijo "UNE" indica que es una norma española, y "EN" señala que esa norma está armonizada con el estándar europeo. Estas normas complementan la legislación y especifican requisitos técnicos más detallados para garantizar la seguridad del juguete.

Estas normativas establecen criterios esenciales que restringen ciertos aspectos del diseño, como la prohibición de bordes cortantes o piezas pequeñas que puedan suponer riesgo de asfixia, especialmente en productos destinados a menores de 36 meses.

- **UNE-EN 71-1: Propiedades mecánicas y físicas.**

En el apartado 8.2, sobre el “**Cilindro para partes pequeñas**”, establece que ningún componente del juguete destinado a menores de 36 meses debe poder introducirse completamente en un cilindro con dimensiones normalizadas (Figura 2). Si el juguete o alguno de sus componentes entra completamente en el cilindro, se considera que no es apto para menores de 36 meses, por el riesgo de atragantamiento. Esta prueba actúa como restricción directa en el diseño, estableciendo un límite físico mínimo que todas las piezas deben respetar para garantizar la seguridad del usuario infantil.

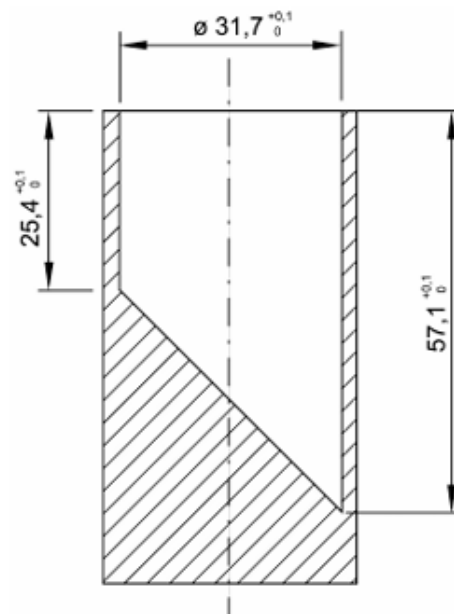


Figura 57. Cilindro para partes pequeñas,
(extraído de la Figura 18 de la norma UNE-EN 71).

También son relevantes los apartados 4.7 y 4.8, que prohíben bordes cortantes y puntas punzantes, por lo que todas las piezas se han redondeado con radios mínimos adecuados.

- **UNE-EN 71-2: Inflamabilidad.**

Se refiere a los materiales utilizados, indicando que deben presentar una propagación de llama lenta o nula. Por este motivo, se han elegido materiales plásticos no inflamables, certificados para uso infantil, y madera que cumple con los requisitos de seguridad establecidos

- **UNE-EN 71-3: Migración de ciertos elementos.**

Esta norma limita la liberación de metales pesados y compuestos peligrosos en materiales que puedan ser ingeridos o tener contacto prolongado con la piel o la boca. Se ha optado por pinturas y plásticos libres de ftalatos, plomo o cadmio.

- **UNE-EN 71-6: Etiquetado.**

Define los símbolos gráficos y advertencias que deben incluirse en el etiquetado, como la indicación de la edad recomendada o restricciones de uso.

- **UNE-EN 71-7: Pinturas de dedos.**

Regula los ingredientes permitidos en las pinturas de dedos para evitar riesgos por contacto o ingestión accidental. Indica, por ejemplo, qué conservantes se pueden usar y en qué cantidad.

- **UNE-EN 71-9: Compuestos químicos orgánicos.**

Establece los requisitos generales para limitar la exposición a ciertas sustancias químicas peligrosas, como disolventes o plastificantes, que pueden estar presentes en plásticos, adhesivos o pinturas utilizados en los juguetes.

A nivel internacional, se han tenido en cuenta las normas **ISO 8124**, ampliamente reconocidas fuera del ámbito europeo. Aunque su cumplimiento no es obligatorio en España, ofrecen una guía útil para asegurar un diseño seguro y competitivo a nivel global:

- **ISO 8124-1:2022: Seguridad mecánica y física.**

Similar a la UNE-EN 71-1, esta norma también regula dimensiones mínimas, resistencia estructural y ausencia de bordes peligrosos.

- **ISO 8124-2:2023: Inflamabilidad.**

Coincide en restringir el uso de materiales fácilmente inflamables en juguetes.

- **ISO 8124-3:2020: Migración de ciertos elementos.**

Limita la cantidad de metales tóxicos liberados desde materiales accesibles.

El cumplimiento de las normativas relacionadas con la seguridad y la ergonomía, tanto a nivel europeo como internacional, es fundamental para que el juguete sea seguro, cómodo y apto para su uso. Aplicar estos estándares desde el diseño garantiza un producto más fiable y adaptado a las necesidades reales de los usuarios.

El cumplimiento de estas normativas, junto con el estudio de los aspectos ergonómicos descritos, ha resultado clave para establecer la edad recomendada de uso del juguete. Aunque se han tenido en cuenta los requisitos de la norma UNE-EN 71-1, relativos a las propiedades mecánicas y físicas de los juguetes para menores de 36 meses, finalmente se ha decidido destinar el producto a niños a partir de 3 años. Esta decisión se fundamenta principalmente en la utilización de pinturas, reguladas por la norma UNE-EN 71-7, que establece requisitos específicos para pinturas de dedos y otros recubrimientos, priorizando así la seguridad y el cumplimiento riguroso de la legislación vigente.

4.4. Proceso de diseño

4.4.1. Análisis del Moodboard

Para empezar el proceso creativo y mantener siempre presentes tanto el concepto del proyecto como los objetivos que se desean alcanzar, he elaborado un moodboard. Se trata de una herramienta visual que recoge una serie de imágenes, colores, formas y texturas que ayudan a definir la esencia del proyecto desde el principio.

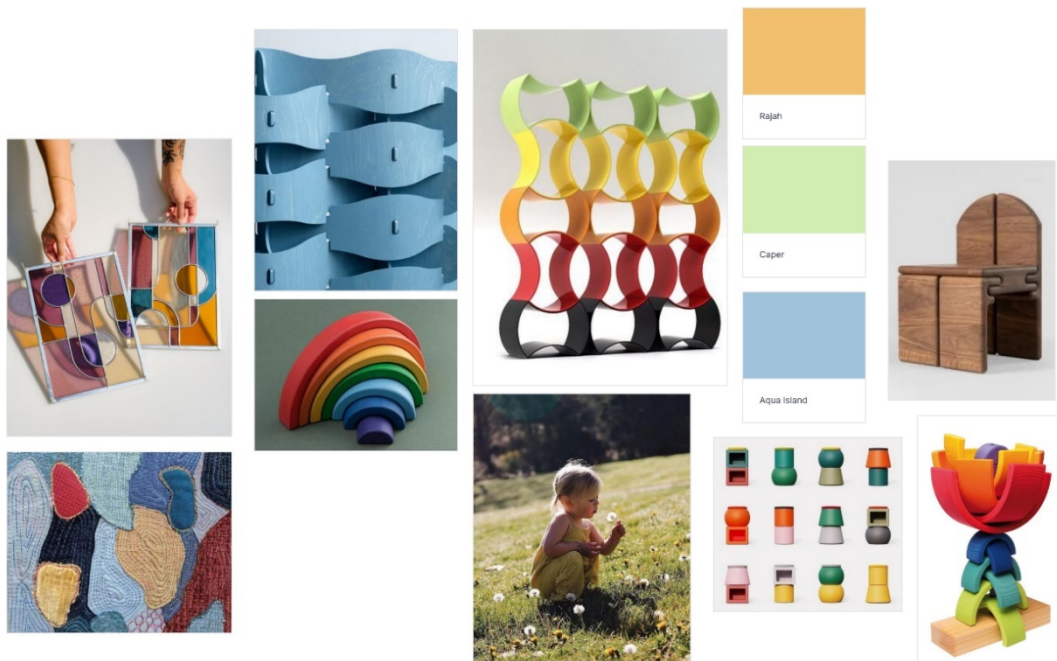


Figura 58. MoodBoard .

En este caso, el moodboard resume de forma visual los conceptos clave relacionados con el diseño infantil, el juego educativo y el desarrollo cognitivo a través de la exploración sensorial. He seleccionado cada imagen con intención, buscando que el conjunto transmita un mensaje claro y coherente que recuerde al mundo del juego, la creatividad y la infancia. Esta composición me ha servido como guía e inspiración para que todo lo que diseñe a partir de ahora siga esa misma línea.

1. Lenguaje visual.

Las formas que predominan en este moodboard apuestan por la simplicidad. Se trata de un lenguaje visual limpio y reconocible, compuesto por figuras básicas, contornos suaves y estructuras que se pueden apilar, encajar o ensamblar. Esta elección no es casual: responde a una intención clara de fomentar la manipulación libre, la exploración y el aprendizaje a través del juego.

Los volúmenes apilables y las estructuras modulares presentes en muchas de las imágenes evocan sistemas abiertos, en los que el niño o la niña tiene un papel activo. Estos elementos invitan a experimentar, construir, desmontar y volver a crear, reforzando el desarrollo de habilidades motoras finas, la coordinación y la comprensión espacial.

2. Uso del color.

En la composición del moodboard predominan los colores vivos y alegres como el rojo, el amarillo, el verde o el azul, combinados con tonos más suaves y naturales, como los colores pastel o el acabado de la madera. Esta mezcla busca atraer visualmente al público infantil, creando un entorno estimulante y llamativo, pero sin caer en lo excesivo ni sobrecargar los sentidos.

La paleta cromática transmite sensaciones de calidez, frescura y armonía. Los colores son de gran importancia en el diseño, no solo están elegidos por estética, sino también por lo que comunican: ayudan a distinguir funciones, crear ritmos visuales y generar emociones positivas. El color es una herramienta clave para captar la atención, facilitar la comprensión y enriquecer la experiencia de juego y aprendizaje.

3. Materialidad.

Aunque no se incluyen materiales físicos expresamente, sí se sugiere una fuerte intención por recuperar la experiencia táctil mediante superficies suaves, naturales y amigables. La presencia de madera, textiles bordados y plásticos mates de alta calidad refuerza esta idea.

El uso de materiales naturales (o que los evocan) favorece la conexión con el entorno y promueve valores sostenibles. La inspiración en la naturaleza y en el juego al aire libre se representa, para recordar la importancia de un entorno de aprendizaje libre y conectado con lo entorno.

4. Funcionalidad emocional y estética.

El moodboard también destaca la importancia de la estética en el desarrollo emocional de los niños. La belleza, el equilibrio visual y la armonía no son solo detalles decorativos: ayudan a crear experiencias positivas y memorables durante el juego y el aprendizaje.

Elementos como las formas suaves, las texturas o los colores estimulan los sentidos y despiertan la imaginación. Todo invita a explorar y a dejarse llevar por la curiosidad.

Además, el diseño está pensado desde una mirada emocional: los objetos no son solo juguetes o muebles, sino que invitan a tocar, experimentar y participar. Así, se crea una relación más cercana y afectiva con ellos: se convierten en compañeros de juego y aprendizaje, y no simples herramientas.

5. Versatilidad y diseño transformable.

La imagen de las piezas modulares de madera o las estructuras apilables indica una apuesta por el diseño transformable, que crece con el niño o se adapta a distintos contextos. Este enfoque no solo es funcional y sostenible, sino que también fomenta la creatividad, ya que cada configuración es una oportunidad para aprender algo nuevo o para inventar una nueva forma de juego.

4.5. Ideas previas y evolución

Durante las primeras fases del proyecto, comencé a buscar una propuesta coherente con los principios pedagógicos de Fröbel. A partir del estudio de su método y de un análisis del mercado actual, las primeras ideas surgieron en torno al concepto de juegos de construcción, por ser elementos fundamentales dentro del sistema de los Dones. Este tipo de juego no solo favorece el desarrollo de habilidades cognitivas y motrices, sino que también potencia la libertad creativa y un aprendizaje a través de la experiencia directa.

Desde el inicio, la naturaleza fue una fuente clave de inspiración. Al igual que Fröbel, creo que es un recurso cercano y familiar para los niños, lleno de formas, colores y texturas que despiertan la curiosidad. En las primeras fases del proyecto, su presencia era más sutil: me fijaba en detalles como los pétalos de una flor, el orden de las hojas en una rama o las escamas de un pez. No buscaba representarla de forma literal, sino que el juego transmitiera una sensación natural, como si surgiera de ese mundo sin necesidad de imitarlo directamente.



Figura 59. Niños en la naturaleza.

Con el tiempo, empecé a ver la naturaleza como un catálogo, donde sus formas, texturas y estructuras se podían reinterpretar en el diseño de un juego. Aportando variedad, belleza y una conexión emocional con el entorno.

Una de las primeras propuestas fue un juguete compuesto por piezas geométricas simples —cubos, cilindros, prismas— que podían combinarse entre sí o dividirse en formas más pequeñas y complejas. Permitía construir tanto en 2D como en 3D, favoreciendo el desarrollo del pensamiento espacial desde edades tempranas. La inspiración visual seguía viniendo de la naturaleza, y el juego ofrecía dos formas de uso: una más libre y estética, que dejaba al niño explorar y crear sin directrices, y otra más guiada, en la que podía representar elementos del entorno reconocibles.

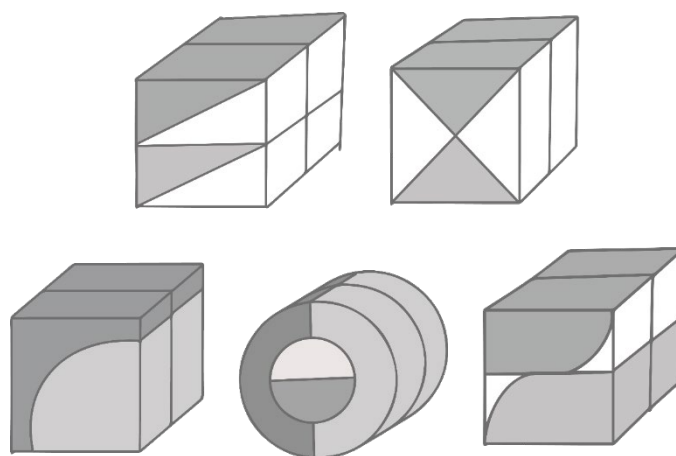


Figura 60. Bocetos primera propuesta.

El juego, además, estaba pensado para guardarse ensamblado, es decir, con las piezas colocadas de forma que se agrupasen nuevamente en un volumen completo, como un cubo o un cilindro. Esta idea partía del principio de “armar y desarmar” de Fröbel, que invita al niño a explorar, descubrir y reconstruir desde la experiencia directa. También se contemplaba que las piezas pudieran representar las tres formas fundamentales que Fröbel describe en sus materiales: formas de la vida, formas de la belleza y formas del conocimiento, fomentando así un juego más completo. En cuanto a los materiales, se pensó principalmente en madera por su calidez y conexión con la naturaleza, aunque también se valoró la incorporación de imanes para facilitar las uniones entre piezas y aportar nuevas posibilidades constructivas.

Aunque tenía un enfoque pedagógico interesante, la propuesta fue finalmente descartada porque no permitía una evolución clara del juego según el desarrollo del niño, y tampoco ofrecía suficiente versatilidad para adaptarse a distintas edades o niveles de complejidad.

Otra de las propuestas se basaba en un conjunto de piezas de geometría sencilla, cada una con dos orificios pasantes. Estas piezas podían colocarse sobre una base o rejilla con listones verticales, de manera que el niño pudiera introducir y organizar las piezas libremente. El objetivo es crear composiciones como si se tratase de un mosaico tridimensional, jugando con las formas, los colores y las repeticiones.

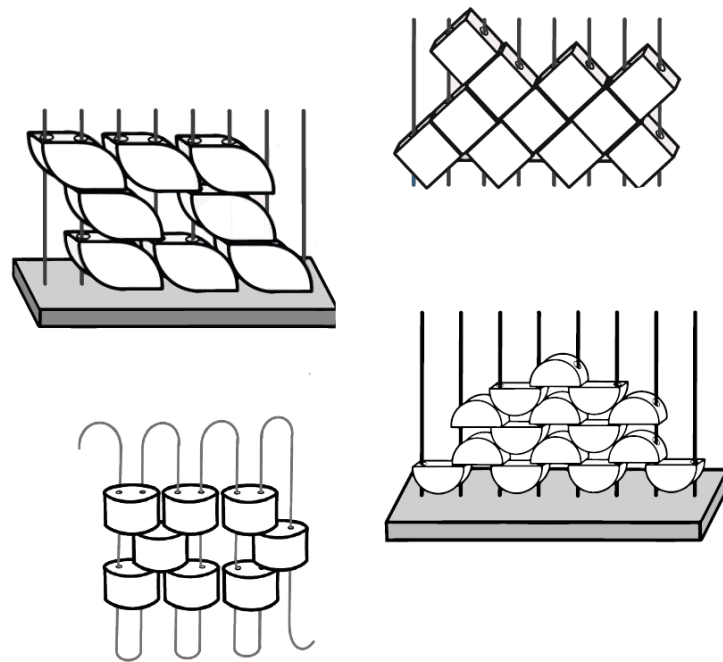


Figura 61. Bocetos segunda propuesta.

Una vez diseñada la composición en la base, se proponía pasar un cordel por los agujeros de las piezas, conectándolas entre sí. Así, el patrón creado podía levantarse, colgarse o exponerse como una figura decorativa o móvil, dando lugar a una segunda fase de juego más expresiva.

Esta idea estaba inspirada en los patrones repetitivos que se encuentran en la naturaleza, como los panales de abeja, la piel de los reptiles o la disposición de las plumas de aves. Como en las propuestas anteriores, se planteaba que el material principal fuera madera, por su valor sensorial, su calidez y su conexión con el entorno natural.

A pesar de su riqueza visual y su potencial creativo, esta propuesta fue descartada, ya que no ofrecía una progresión clara adaptada al desarrollo del niño ni una mecánica de juego suficientemente transformadora para diferentes edades.

A medida que el proyecto avanzaba, el objetivo fue encontrar un juego que pudiera evolucionar junto al niño, adaptándose a su desarrollo. La naturaleza siguió siendo el eje inspirador, no solo por sus formas, sino por su capacidad de transformación. También se quiso mantener una estética clara, basada en formas simples que invitaran a interactuar.

Uno de los retos era combinar estabilidad y cambio: por un lado, materiales estructurados como los “Dones” (constantes, que se mantienen en el tiempo), y por otro, dinámicos como las “Ocupaciones” (actividades de manipulación, transformación y creatividad).

Fue entonces cuando surgió la idea de la estampación o sellado como solución integradora. Esta técnica permite jugar con la repetición y la variación, representar la naturaleza de forma simbólica y explorar transformaciones de manera libre y sensorial.

A partir de esta idea, comenzaron a desarrollarse los primeros bocetos, en los que se exploraron distintas formas geométricas, posibles combinaciones entre ellas y alternativas para la unión de las piezas. Estas primeras aproximaciones sirvieron como punto de partida para definir el diseño final

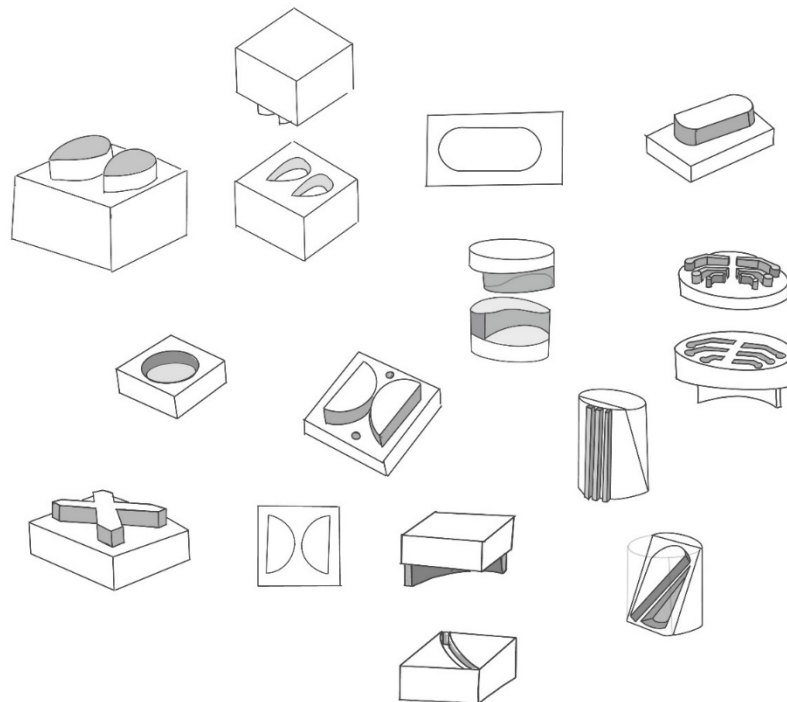


Figura 62. Bocetos iniciales.

5. Producto final

5.1. Descripción o definición del producto.

“**Be buzz**” es un juguete educativo y sensorial dirigido a niños a partir de los 3 años, diseñado para acompañar su desarrollo desde los primeros años de vida. Se trata de un juguete evolutivo, capaz de adaptarse a distintas etapas del crecimiento infantil, ofreciendo múltiples niveles de exploración y juego según la edad y las capacidades del niño. Inspirado en la naturaleza como medio de aprendizaje, el juguete invita a descubrir el entorno a través del tacto y la observación, fomentando la curiosidad y el juego libre.

El juego está compuesto por un conjunto de piezas geométricas de madera que permiten experimentar con diferentes formas de manipulación: construir, encajar, dividir y estampar. Cada una de ellas está diseñada para estimular el desarrollo de la motricidad fina, la coordinación ojo-mano, la percepción visual y táctil, así como la creatividad y la imaginación. Gracias a su carácter evolutivo, las piezas pueden utilizarse de formas muy diversas a lo largo del tiempo, favoreciendo tanto el razonamiento lógico como la expresión artística.

Cada bloque de madera oculta en su interior un sello, lo que da a las piezas una doble funcionalidad. Por un lado, se emplean como elementos constructivos, que pueden apilarse y ensamblarse; por otro, permiten estampar las formas geométricas en relieve, introduciendo una dimensión artística y sensorial al juego. Esta doble función convierte a *Be buzz* en una herramienta versátil que evoluciona con el niño y que puede ser utilizada tanto en el hogar como en entornos educativos.



Figura 63. *Be buzz*, caja abierta.

5.1.1. Temática de juego: los insectos

La elección de la temática del juguete parte de un enfoque claro: conectar al niño con su entorno natural. Desde el inicio, la intención fue crear un juguete que no solo estimulase la creatividad y los sentidos, sino que también acercara la naturaleza a los más pequeños.

Durante el proceso de diseño se consideraron distintas posibilidades dentro del entorno natural, como las plantas, los climas o animales (especialmente aves, peces e insectos). También surgieron otras opciones más cotidianas (casas, transportes) y otras de carácter abstracto. Sin embargo, se priorizó una temática que permitiera representaciones flexibles y con libertad creativa, para no imponer una única forma de juego.

Finalmente, me decanté por los insectos, ya que forman parte del día a día de los niños, aunque a menudo pasan desapercibidos o incluso generan cierto rechazo o temor. Esta elección no solo abre la puerta a la exploración de un mundo rico en formas, colores y texturas, sino que también tiene un valor educativo al invitar a observar, conocer y valorar a estos pequeños invertebrados que cumplen un papel fundamental en el equilibrio del mundo.

Además, la enorme diversidad morfológica de los insectos permite que cualquier composición creada por el niño, aunque no sea totalmente fiel a la realidad, pueda recordar o inspirarse en alguna especie real, lo que fomenta la libertad creativa sin alejarse del tema. Así, el juego se convierte en un canal para aprender, imaginar y expresarse.

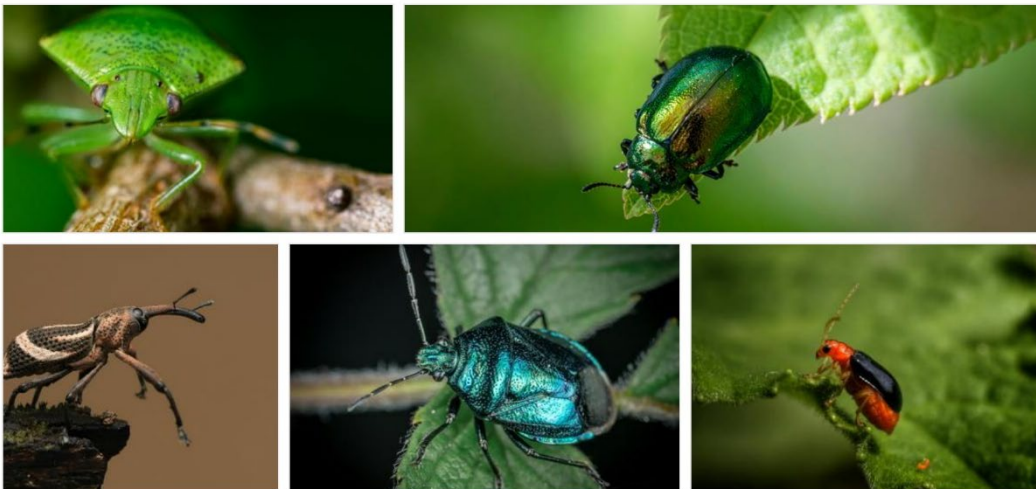


Figura 64. Diversos tipos de insectos.

5.1.2. ¿Cómo se juega? — Evolución en el tiempo

El juguete está diseñado para acompañar al niño durante su crecimiento a lo largo del tiempo, permitiendo distintas formas de juego adaptadas a sus capacidades cognitivas, sensoriales y motrices en cada etapa. Convirtiéndose en un producto evolutivo, que se transforma a medida que el niño crece y aprende.

A continuación, se describen los niveles de juego propuestos, de menor a mayor complejidad:

1. Manipulación libre

En una primera etapa, el niño explora las piezas con total libertad: las saca de la caja, las apila, las hace rodar o las combina según su curiosidad. Esta fase fomenta la coordinación ojo-mano, el reconocimiento de formas y la experimentación sensorial.



Figura 65. Manipulación libre.

2. Construcción básica

El niño empieza a realizar construcciones simples con las piezas, colocándolas unas sobre otras. Las formas geométricas y sus proporciones permiten un juego que estimula la percepción espacial y el equilibrio.



Figura 66. Ejemplo de Construcción básica.

3. División de piezas

Al descubrir que las piezas pueden dividirse, el niño observa en su interior relieves y formas ocultas. Este descubrimiento añade una nueva dimensión de sorpresa y exploración táctil.



Figura 67. División de piezas.

4. Asociación lógica

El juego se enriquece al intentar volver a unir cada sello con su respectiva pieza complementaria. Para ello, el niño se guía por formas y colores, lo que estimula el pensamiento lógico, la memoria visual y la resolución de problemas.

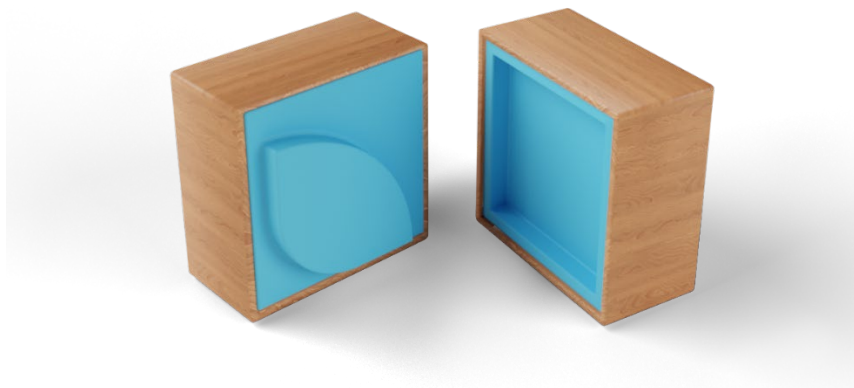


Figura 68. Asociación lógica.

5. Estampación guiada

Con ayuda de un adulto o mediante la guía, el niño puede comenzar a utilizar los sellos para estampar formas sobre papel. En esta fase, explora la coordinación fina, el reconocimiento de patrones y la relación de causa-efecto.



Figura 69. Estampación guiada.

6. Estampación libre / composición creativa

Una vez familiarizado con las formas, el niño comienza a crear composiciones sin guía, combinando sellos de forma libre. Este nivel fomenta la expresión artística, la imaginación y la autonomía en el juego.



Figura 70. Estampación libre.

5.1.3. Interacción adulto-niño

El juguete está diseñado para fomentar tanto el juego autónomo como la interacción guiada, especialmente en las primeras etapas del desarrollo. La participación de un adulto, ya sea un familiar o un educador, resulta clave para potenciar el aprendizaje y enriquecer la experiencia de juego.

Durante las primeras fases, la figura adulta puede acompañar al niño verbalizando las acciones y conceptos. Este acompañamiento contribuye a reforzar el vínculo afectivo, favorece el desarrollo del lenguaje, y permite introducir conceptos como formas geométricas, colores, simetría o relaciones espaciales. Además, estimula la atención conjunta y la capacidad de concentración del niño.

A medida que el niño gana autonomía, el adulto puede adoptar un rol más observador o participar en el juego creativo, proponiendo retos o fomentando nuevas combinaciones.

5.1.4. Diseño formal de los sellos

El diseño de las piezas con relieve parte de formas geométricas simples, círculos y cuadrados, para facilitar la comprensión visual y espacial por parte del niño. Sin embargo, estas formas no han sido seleccionadas al azar: detrás de cada una hay una intención estética y matemática.

Para asegurar una armonía visual y un equilibrio formal entre todas las piezas, se ha tomado como base la Sucesión de Fibonacci, una secuencia infinita de números naturales en la que cada término es la suma de los dos anteriores: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34... Una de sus propiedades más importantes es que, al dividir cualquier número de Fibonacci entre su anterior, el resultado se aproxima progresivamente al Número Áureo (aproximadamente 1,618). A medida que la serie avanza, esta proporción se vuelve más precisa.

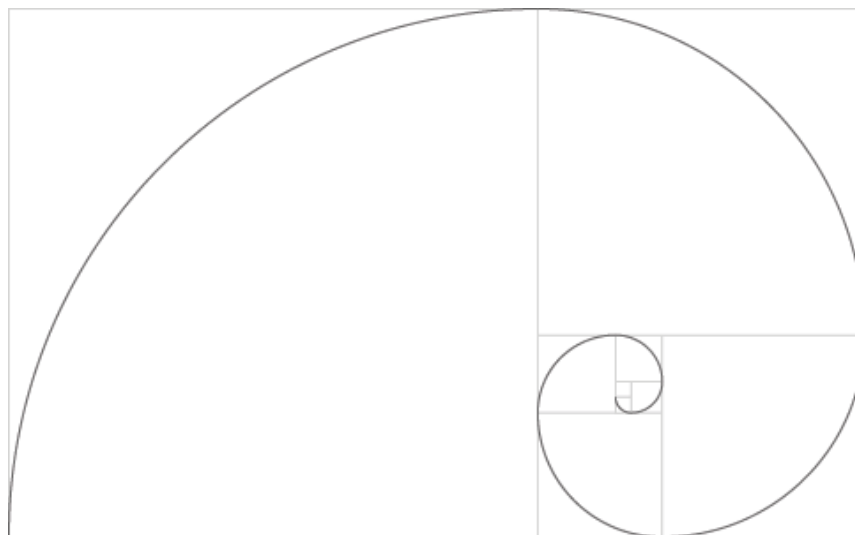


Figura 71. Sucesión de Fibonacci.

Esta proporción aparece de forma recurrente en la naturaleza, como en la disposición de los pétalos de una flor, en la espiral de una concha marina o incluso en la forma de una galaxia. Estas estructuras siguen patrones basados en la Proporción Áurea o en la sucesión de Fibonacci porque permiten un crecimiento óptimo y eficiente.



Figura 72. Concha marina. Sucesión de Fibonacci.



Figura 73. Planta. Sucesión de Fibonacci.

Además, la Sucesión de Fibonacci ha sido aplicada a lo largo de la historia en diversas disciplinas como el arte, la arquitectura y el diseño. Su uso permite organizar elementos con una lógica visual coherente: se emplea para establecer jerarquías, definir escalas proporcionales, diseñar retículas de composición o distribuir elementos de manera equilibrada en un espacio.



Figura 74. Escaleras. Sucesión de Fibonacci.

La razón por la que estas proporciones funcionan tan bien es que el ojo humano tiende a buscar orden y patrones. Cuando las relaciones entre tamaños, distancias o formas siguen una lógica armónica, como la que propone la Sucesión de

Fibonacci, el cerebro las interpreta como “bellas”, sin necesidad de entender su base matemática.

En este proyecto, para la realización de las formas de los sellos se han tenido en cuenta una combinación de cuadrados y círculos basados en medidas proporcionales derivadas de dicha sucesión de Fibonacci. Se han construido formas que, aunque sean simples, están cuidadosamente diseñadas para resultar armónicas. Con el objetivo de permitir crear combinaciones entre formas que generen composiciones visualmente equilibradas.

Además del componente estético, esta estructura tiene un valor pedagógico: al experimentar con formas relacionadas entre sí por proporciones claras, el niño desarrolla de forma intuitiva nociones de orden, ritmo y simetría. La repetición, la secuenciación y la organización espacial, sientan las bases para el pensamiento lógico, visual y artístico.

Como se crean las formas.

Para crear la retícula basada en la proporción áurea y utilizada en el proceso de diseño, se parte de un cuadrado regular como unidad inicial. A partir de esta forma, se genera una secuencia que va creciendo.

Se duplica el cuadrado original para formar un rectángulo, y a continuación se añade un nuevo cuadrado cuyo lado coincide con el lado más largo del rectángulo resultante. Este proceso se repite de manera sucesiva, sumando en cada paso un cuadrado al lado mayor del rectángulo anterior. Así se construye una espiral de crecimiento que mantiene constantemente la proporción áurea.



Figura 75. Proceso de creación de la retícula

Una vez completada la retícula de cuadrados, se inscriben círculos en el interior de cada uno de ellos, generando un conjunto de líneas, arcos y formas guía.

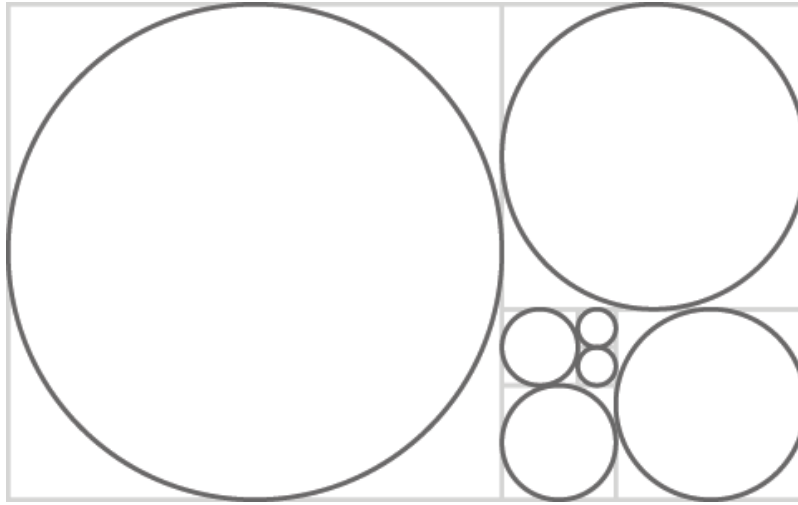


Figura 76. Retícula con la Secuencia de Fibonacci.

Diseño de los sellos

Durante la fase de exploración formal, se analizaron distintas estructuras corporales de insectos, centrándose especialmente en los escarabajos, que finalmente se convirtieron en el tema central del proyecto. Esta decisión se tomó con la intención de acotar el diseño, ya que trabajar con todas las especies de insectos resultaba demasiado amplio para el número limitado de piezas disponibles. Además, existen miles de especies de escarabajos en la naturaleza, lo cual ofrece variedad suficiente para desarrollar el juguete. Esta elección también deja abierta la posibilidad de ampliar el proyecto en el futuro, incluyendo otras colecciones de especies de insectos como libélulas o mariposas.

Cada una de las piezas del juego ha sido concebida tomando como referencia formal diferentes partes del cuerpo de un escarabajo, y se han agrupado en cinco categorías: cuerpo, alas, cabeza, antenas y patas. Esta clasificación no es restrictiva, sino que actúa como una guía opcional para aquellos usuarios que quieran seguir una lógica más estructurada en la creación de figuras. De este modo, se facilita tanto el juego simbólico como el reconocimiento de formas y su asociación con elementos reales del entorno natural.

El diseño de las piezas se desarrolló a partir de una retícula basada en la proporción áurea, explicada previamente. Combinando los cuadrados y círculos generados por

esta retícula, se fueron configurando las formas que darían lugar a los sellos. Aunque la geometría de base sirvió como marco para definir las proporciones generales, también se tomaron ciertas licencias formales con el fin de representar los elementos deseados. Las dimensiones finales se ajustaron a los requisitos técnicos y al espacio disponible en las piezas de madera.

Uno de los criterios más importantes fue priorizar la simetría, de modo que una misma pieza pudiera usarse en distintas orientaciones, evitando la necesidad de duplicarlas para lados opuestos (por ejemplo, izquierda y derecha). También se priorizó la simplicidad y versatilidad, al ser las formas que permitían mayor variedad de combinaciones.

Antes de mostrar las formas definitivas, es importante destacar que su elección fue el resultado de un proceso extenso de exploración y descarte. Muchas propuestas quedaron fuera por no cumplir con los requisitos funcionales o formales del proyecto. A continuación, se presentan algunas de esas formas descartadas, que aunque no fueron seleccionadas, forman parte del proceso creativo.

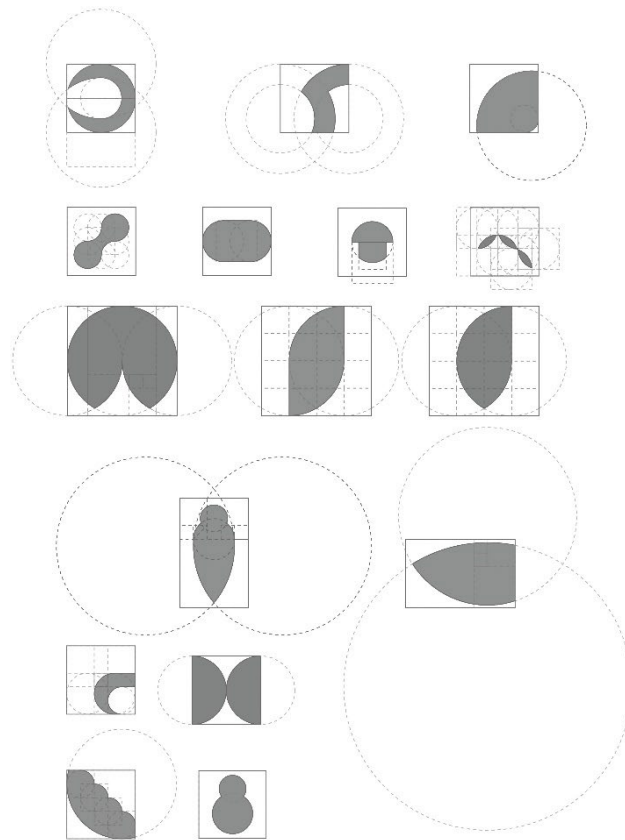


Figura 77. Búsqueda formal, piezas descartadas.

Las siguientes formas representan la selección final de piezas que conforman el sistema de juego. Cada una ha sido cuidadosamente diseñada para asemejarse a partes del cuerpo de un escarabajo y han sido seleccionadas por responder a criterios tanto funcionales como simbólicos: son formas simples y fácilmente reconocibles, que permiten múltiples combinaciones y favorecen la creatividad del usuario. En total, se definieron catorce piezas:

- 3 piezas para las alas

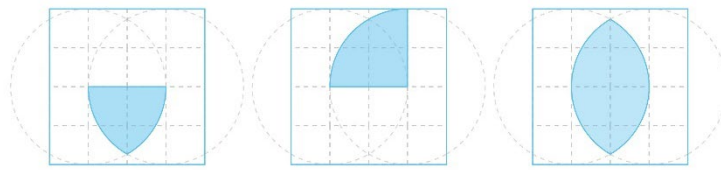


Figura 78. Formas de las Alas.

- 3 piezas para el cuerpo

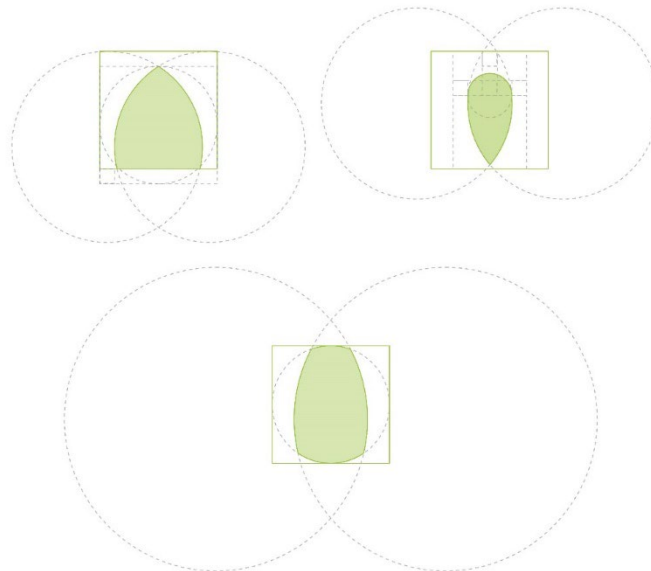


Figura 79. Formas del Cuerpo.

- 3 piezas para la cabeza

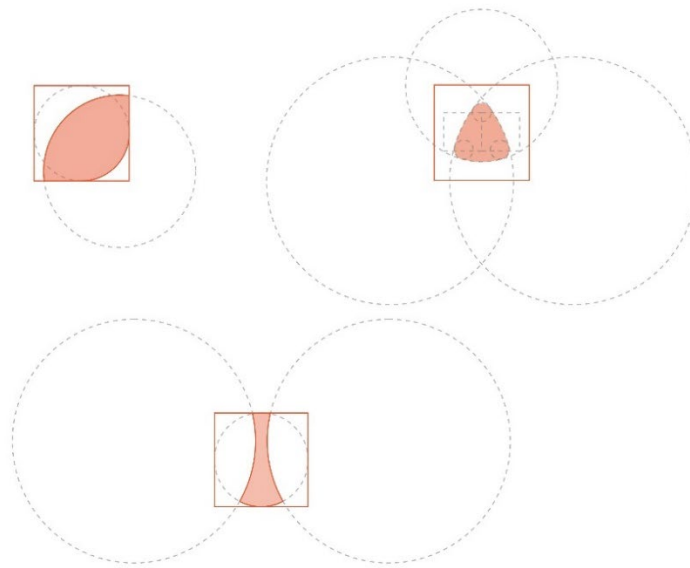


Figura 80. Formas de la Cabeza.

- 3 piezas para las patas

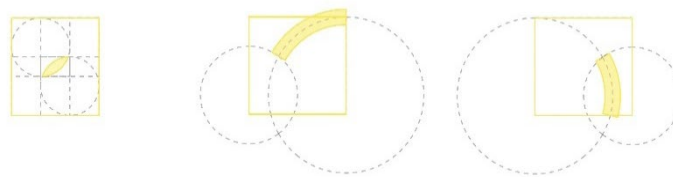


Figura 81. Formas de las Patas.

- 2 piezas para las antenas

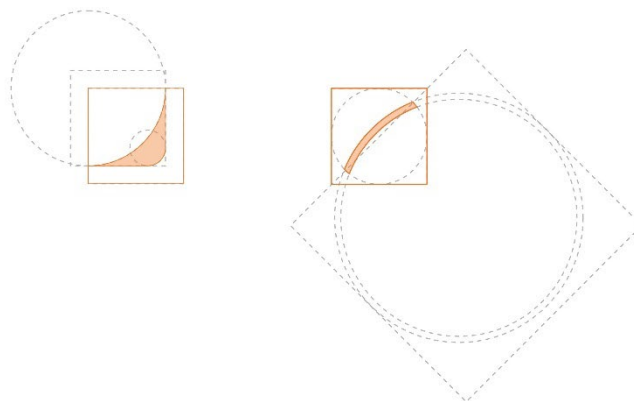


Figura 82. Formas de las Antenas.

5.2. Elementos del Juguete

En este apartado se describen los diferentes componentes que conforman el juego. Para facilitar la comprensión, se ha estructurado el contenido en dos secciones diferenciadas: las piezas exteriores y las piezas interiores.

Piezas exteriores.

El juguete está formado inicialmente por 14 piezas de madera diseñadas con formas geométricas básicas, que permiten una forma de juego constructiva a través de apilación, ensamblaje y combinación de volúmenes.

Estas formas se clasifican en 4 tipos, repetidos en diferentes cantidades:

- **Cilindros:** 3 unidades
- **Prismas rectangulares:** 3 unidades
- **Cubos:** 4 unidades
- **Prismas triangulares:** 4 unidades

Cada una de estas piezas se presenta como un bloque sólido y compacto a simple vista, lo que permite utilizarlas como piezas apilables o combinables para construir figuras, estructuras o formas creativas, favoreciendo el juego libre y el desarrollo de habilidades espaciales.



Figura 83. Cuatro tipos de piezas.

Sin embargo, una particularidad fundamental de estas piezas es que todas pueden dividirse en dos mitades. Al separarlas, el usuario descubre que el interior de cada bloque esconde una función adicional que amplía las posibilidades de juego, vinculándolas con la creatividad, la expresión artística y el aprendizaje sensorial.

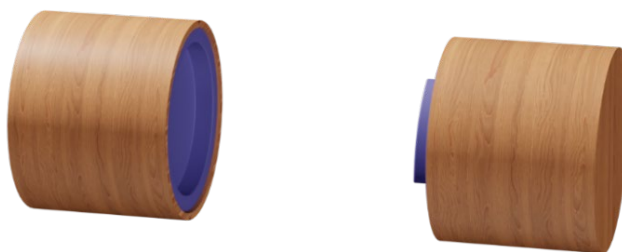


Figura 84. Pieza de madera separada.

2. Piezas interiores.

Al dividir cualquier pieza de madera, se encuentran en su interior dos componentes diferenciados:

- Una pieza con relieve, sellos.
- Una pieza complementaria.

En total hay 14 piezas con relieve distintas, éstas están diseñadas con un resalto el cual tiene una forma diferente por pieza y su función principal es ser utilizada como un sello.

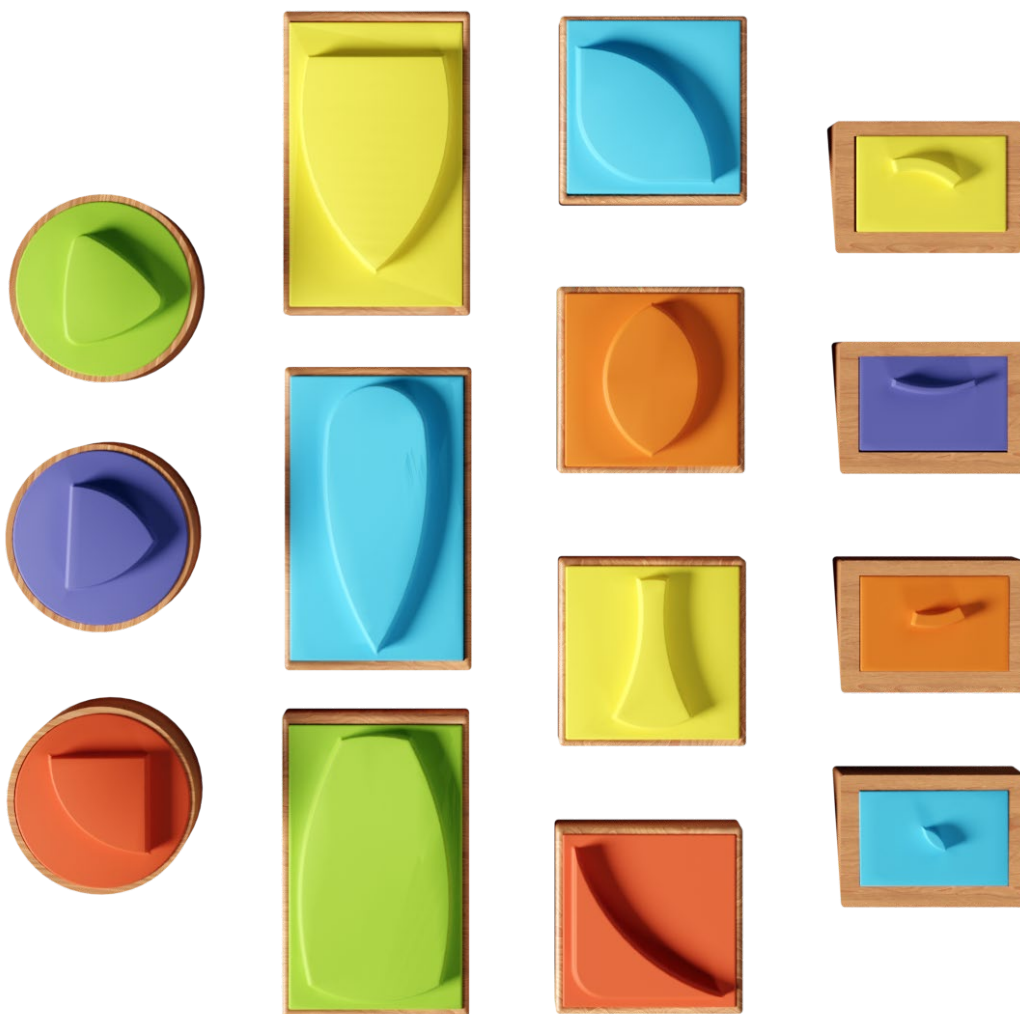


Figura 85. Piezas con relieve, sellos.

Por otro lado, las piezas complementarias, que son aquellas en las que encajan los sellos, suman un total de 14 unidades. Sin embargo, estas se agrupan en únicamente 4 formas básicas (cilindro, cubo, prisma rectangular y prisma triangular), ya que responden a las cuatro formas geométricas que definen el contorno de las piezas de madera exteriores.



Figura 86. Piezas complementarias.

El encaje entre ambas mitades no es solo estético o estructural, sino que responde a un sistema de lógica geométrica pensado para estimular la asociación y el reconocimiento de formas:

La pieza complementaria de cada sello presenta una cavidad que no replica directamente el relieve del sello (para permitir variaciones y fomentar combinaciones), pero sí respeta el contorno exterior de la figura. Por ejemplo, una pieza complementaria con forma de cubo solo podrá unirse con un sello que también tenga forma exterior de cubo.



Figura 87. Combinaciones de piezas.

Esto significa que un cilindro no encaja con un prisma triangular o un cubo con un prisma rectangular, evitando que se mezclen piezas incompatibles. Así, el niño o la niña debe identificar y asociar correctamente las formas para completar cada bloque, reforzando habilidades como la clasificación, la lógica espacial y el pensamiento asociativo.

Además, para garantizar un cierre seguro y un juego funcional tanto en su modalidad constructiva como artística, el sistema de encaje entre el sello y su pieza complementaria incorpora dos elementos clave:

- Por un lado, la forma exterior del sello coincide con su pieza complementaria, asegurando que ambas partes encajan correctamente y mantienen la silueta del bloque original.
- Por otro lado, el cuerpo del sello sobresale ligeramente respecto a la base de madera que lo contiene, permitiendo que se introduzca parcialmente en la cavidad de la pieza complementaria. Esto no solo refuerza el cierre, sino que también facilita la manipulación y el montaje de las piezas durante el juego.



Figura 89. Base del sello sobresale de la pieza de madera.



Figura 88. Sección de la pieza cubica, con hueco para introducir la pieza del sello.

A continuación se muestran todas las piezas abiertas, con correspondencia entre formas y colores.



Figura 90. Prismas rectangulares abiertos.

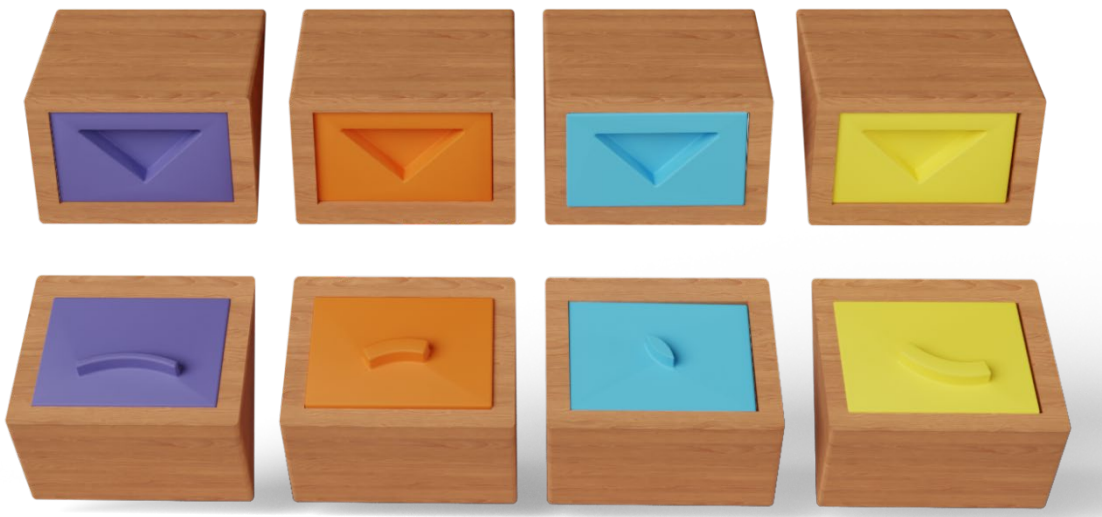


Figura 91. Prismas triangulares abiertos.



Figura 92. Cilindros abiertos.



Figura 93. Cubos abiertos.

5.3. Envases para tinta

El juego incluye un total de tres envases para tinta, diseñados para facilitar tanto su uso como su almacenamiento de manera segura y práctica. Cada envase presenta unas dimensiones de 150 × 50 × 13 mm, con un formato compacto que permite guardarlos y transportarlos cómodamente.

En el interior de cada envase se alojan dos colores de tinta, distribuidos en almohadillas separadas para evitar mezclas accidentales. La organización de los colores es la siguiente:

- Morado y azul
- Verde y rojo
- Amarillo y naranja

Cada envase está compuesto por dos elementos principales: Una base, donde se integran las dos almohadillas de tinta. Una tapa, que cubre completamente la base y se fija mediante un sistema de encaje por presión. Este cierre a presión asegura que el envase permanezca bien sellado cuando no está en uso, evitando manchas, fugas o que la tinta se seque antes de tiempo.

Este sistema permite conservar las tintas en buen estado durante más tiempo, al mismo tiempo que facilita su transporte y almacenaje, tanto en entornos domésticos como educativos.

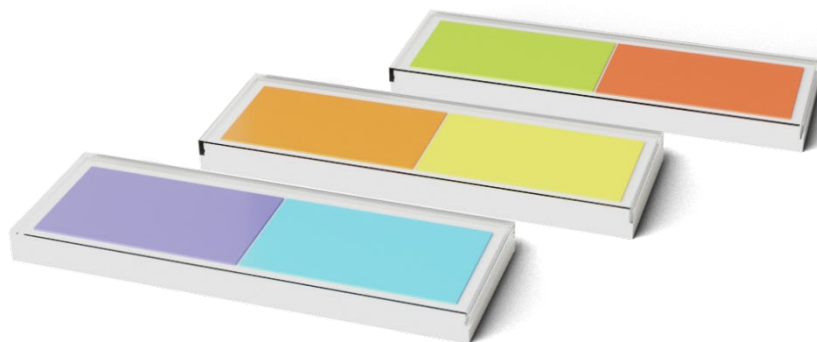


Figura 94. Envase para tintas.

5.4. Encaje mecánico

Un Encaje a presión o *Snap-Fit* es un método de unión mecánica de piezas, comúnmente de plástico, que no requiere tornillos, adhesivos u otros elementos de fijación adicionales. Se basa en la elasticidad del material para crear una conexión segura. Ya que funciona gracias a una o varias partes elásticas que se deforman ligeramente al introducirse, y luego vuelven a su forma para engancharse o “hacer clic” en una cavidad. Esto permite que la unión sea rápida, firme y sin herramientas.

En este caso, el sistema *snap-fit* está integrado en las piezas de TPE, que encajan en las piezas de madera. La geometría utilizada tiene una sección rectangular y un espesor decreciente, lo que favorece una flexión progresiva durante el montaje. Cuando se introduce la pieza de TPE, el gancho del encaje entra en contacto con un borde rígido de la madera, produciéndose una deflexión controlada: el gancho se dobla para superar el obstáculo y, al liberarse, vuelve a su forma original encajando en una ranura o cavidad, asegurando así la unión.

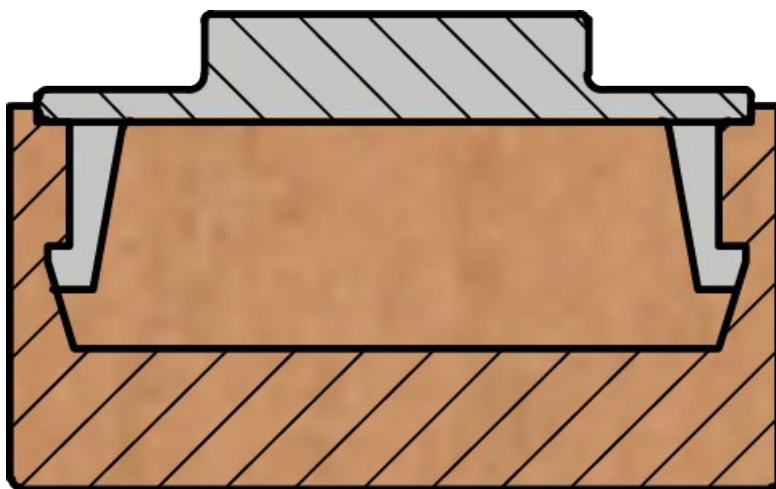


Figura 95. Sección de la unión de las piezas.

La forma del *snap-fit* ha sido cuidadosamente diseñada para distribuir las tensiones de manera uniforme y evitar concentraciones de esfuerzo que podrían generar fallos por fatiga o rotura. Este tipo de diseño, basado en principios recogidos en “*Snap-Fit Joints for Plastics*” de Bayer Material Science, garantiza tanto la resistencia mecánica como la durabilidad del conjunto. Además, el TPE favorece mucho este tipo de unión al ser un material flexible.

Medidas del *Snap-Fit*

Para dimensionar correctamente el encaje y garantizar su funcionalidad mecánica, se han definido una serie de medidas clave del brazo flexible del *snap-fit*, en base a los criterios y fórmulas del manual “*Snap-Fit Joints for Plastics*” de Bayer Material Science. A continuación, se describen las principales medidas y parámetros utilizados.

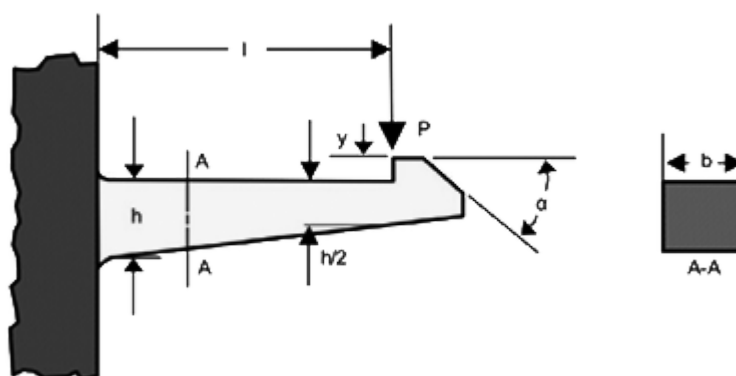


Figura 96. Snap-fit. Bayer Material Science

- **Espesor (h): 3,5 mm.** Corresponde al grosor máximo del brazo del *snap-fit*, en la zona donde se une a la pieza de TPE. Una mayor longitud permite una deflexión más suave y controlada.
- **Longitud (l): 8.3 mm.** Es la distancia desde la base del brazo hasta el punto donde comienza a doblarse significativamente. Cuanto más largo, más fácil es doblarlo.
- **Ancho (b): 15 mm.** Representa la dimensión lateral del brazo. Aunque no influye directamente en la flexión, sí es relevante para calcular la tensión total soportada por la pieza y la fuerza de inserción.
- **Socavado (y): 1,5 mm.** Es la distancia que el gancho del *snap-fit* necesita doblarse para encajar en la pieza de madera. Es un valor crítico para asegurar que la deformación esté dentro de los límites admisibles del material.
- **Ángulo de inclinación (α): 17°.** Es el ángulo del frente del gancho. Un ángulo reducido favorece la inserción, ya que disminuye la resistencia de contacto inicial al ensamblar.

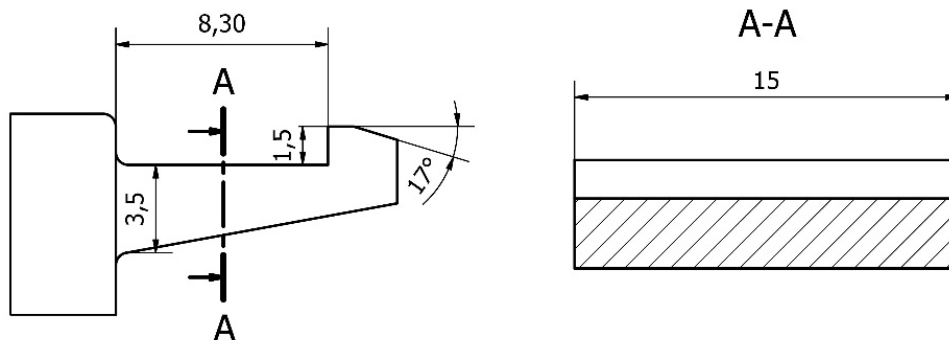


Figura 97. Snap Fit acotado.

Propiedades del Material (TPE)

- **TPE (Elastómero Termoplástico).** El material de la pieza, se trata de un material flexible y elástico, ideal para aplicaciones donde se requiere deformación reversible. Su comportamiento elástico lo convierte en una excelente opción para *snap-fits*.
- **Deformación permisible (ϵ_{pm}):** 10% (0.10). Es el límite máximo de cuánto se puede estirar o comprimir el material sin que se dañe permanentemente.
- **Módulo Secante (E_s):** 10 N/mm². Es una medida de la rigidez del material bajo deformación.

Cálculos del comportamiento del Encaje a presión

1. Cálculo de la deformación específica (ϵ)

Este cálculo permite conocer cuánto se deforma realmente el brazo del *snap-fit* durante el montaje. La deformación específica, ϵ , indica el porcentaje de estiramiento o compresión que experimenta el material en las zonas más críticas. Es un parámetro fundamental para comprobar que el material trabaja dentro de sus límites elásticos y no sufre daños permanentes.

Fórmula aplicada:

La relación entre la deformación (ϵ), el socavado (y), la longitud del brazo (l) y el espesor (h) del *snap-fit* se expresa con la siguiente ecuación, extraída del manual *Snap-Fit Joints for Plastics*:

$$y = 1.09 \cdot \frac{\varepsilon \cdot l^2}{h}$$

Despejando ε :

$$\varepsilon = \frac{y \cdot h}{1.09 \cdot l^2} = \frac{1,5mm \cdot 3,5mm}{1.09 \cdot 8,3^2mm}$$

$$\varepsilon = 0.0699$$

Por lo tanto, la deformación específica es de aproximadamente 6,99%, es decir, un 7%.

El valor obtenido es inferior al 10% de deformación máxima admisible del TPE usado, lo que confirma que el diseño se encuentra dentro del rango elástico del material y no corre riesgo de fallo estructural tras el montaje.

Aunque en diseños destinados a un montaje y desmontaje frecuente se recomienda mantener la deformación por debajo del 50% del límite permisible (en este caso, 5%) para garantizar una vida útil prolongada, en este proyecto el ensamblaje se realiza una única vez. Por ello, se ha priorizado una unión firme y robusta, y una deformación del 7% se considera perfectamente aceptable desde el punto de vista funcional y de durabilidad.

2. Cálculo de la fuerza de deflexión (P)

La fuerza de deflexión (P) representa la cantidad de fuerza que se debe aplicar sobre el gancho del *snap-fit* para doblarlo lo suficiente como para que pueda superar el borde rígido de la pieza de madera e insertarse correctamente en el encaje. Es un valor clave para prever el esfuerzo manual necesario durante el montaje del producto.

Fórmula aplicada:

La expresión utilizada, relaciona la fuerza de deflexión con las dimensiones del brazo (ancho b, espesor h, longitud l), la rigidez del material (E_s) y la deformación que se produce (ε):

$$P = \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot \frac{E_s \cdot \varepsilon}{l}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$P = \frac{15 \cdot 3,5^2}{6} \cdot \frac{10 \text{ N/mm}^2 \cdot 0.0699}{8,3 \text{ mm}}$$

$$P = 2,58 \text{ N}$$

El valor obtenido indica que se necesita aplicar aproximadamente 2,58 N para doblar cada brazo del *snap-fit*. Esta es una fuerza relativamente baja, lo que significa que el montaje del juguete podrá realizarse fácilmente. El sistema está optimizado para ofrecer una buena resistencia una vez encajado, pero sin dificultar el ensamblaje manual.

3. Cálculo de la fuerza de acoplamiento (W)

La fuerza de acoplamiento (W) representa la fuerza total necesaria para insertar completamente la pieza de TPE en la pieza de madera. A diferencia de la fuerza de deflexión (P), este valor también tiene en cuenta la fricción entre las superficies de contacto y el ángulo de inclinación del gancho, factores que influyen directamente en la resistencia al ensamblaje.

Fórmula aplicada:

La siguiente fórmula se utiliza para calcular W, considerando el coeficiente de fricción (μ) entre los materiales y el ángulo del gancho (α):

$$W = P \cdot \frac{\mu + \tan \alpha}{1 - \mu \tan \alpha}$$

$\mu = \text{coeficiente de fricción TPE - madera de haya} = 0,6$

Sustituyendo en la fórmula:

$$W = 2.58 \text{ N} \cdot \frac{0.6 + \tan 17}{1 - 0.6 \tan 17}$$

$$W = 2.86 \text{ N}$$

La fuerza de acoplamiento obtenida es de aproximadamente 2,86 N por *snap-fit*, ligeramente superior a la fuerza de deflexión debido a la fricción entre superficies y al ángulo de entrada del gancho.

Cada pieza del juguete incorpora 4 encajes a presión, por lo que la fuerza total necesaria para el ensamblaje completo es:

$$4 \cdot 2.86\text{N} = 11,44\text{N}$$

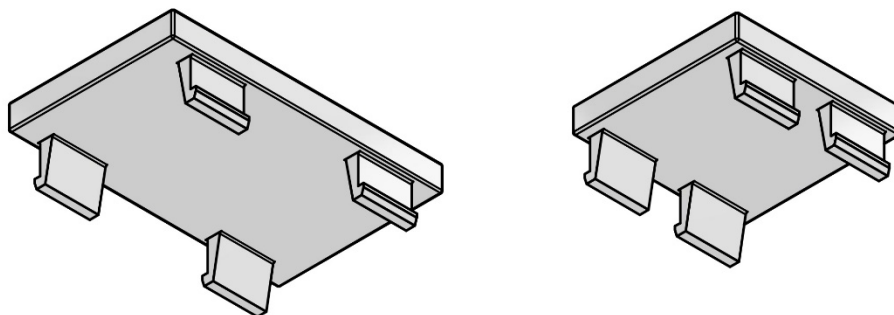


Figura 98. Snap Fit en la pieza Cúbica y Prisma Rectangular.

Este valor representa una fuerza moderada, lo suficientemente baja para permitir un ensamblaje manual sin dificultad, pero suficientemente alta como para asegurar una fijación robusta que impida la separación accidental durante el uso del juguete.

Adaptaciones.

En las piezas cilíndricas, aunque se conservaron las proporciones generales de los *snap-fits* descritas anteriormente para garantizar las propiedades mecánicas y el rendimiento esperado, la sección transversal de los brazos se diseñó en forma de anillo.

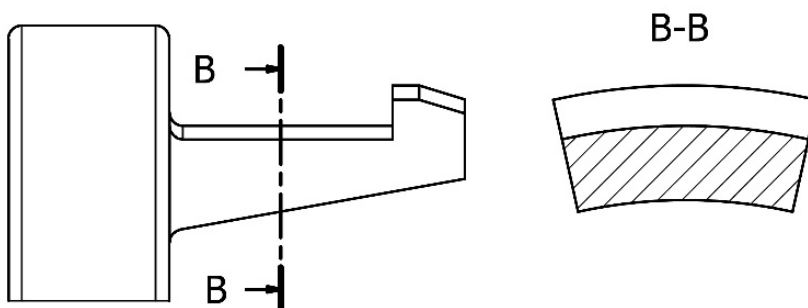


Figura 99. Snap Fit sección pieza cilíndrica.

Esta elección responde a la necesidad de adaptar el *snap-fit* a la geometría curva de las piezas, facilitando su integración en las superficies redondeadas. La sección anular mantiene la flexibilidad y capacidad de retención requeridas para asegurar una unión firme, al tiempo que aprovecha la forma natural de la pieza cilíndrica para ofrecer una solución de sujeción robusta y coherente con el diseño global.

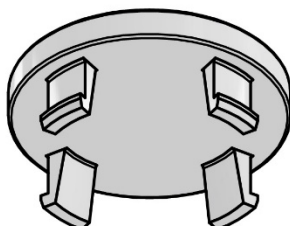


Figura 100. Snap Fit pieza cilíndrica.

En el caso específico de la pieza de los prismas triangulares, fue necesario ajustar el diseño del *snap-fit* debido a sus dimensiones reducidas. El tamaño más compacto impedía la inclusión de un brazo de *snap-fit* con las dimensiones originales, por lo que se optó por reducir proporcionalmente las medidas del brazo para adaptarlo al espacio disponible. Además, para optimizar aún más el diseño y garantizar la funcionalidad en un área tan limitada, se decidió sustituir uno de los cuatro brazos de *snap-fit* por una pestaña. Esta solución permitió mantener una sujeción firme y efectiva, asegurando la funcionalidad de la unión a pesar de las restricciones espaciales propias de la geometría triangular.

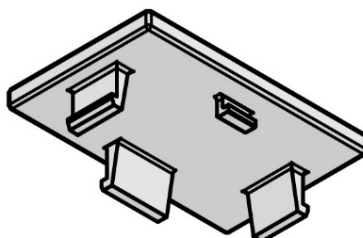


Figura 101. Snap Fit y Pestaña pieza prismas triangulares.

5.5. Embalaje

El embalaje protege el juguete durante el transporte y garantiza que llegue en perfectas condiciones al usuario final. Además, actúa como contenedor para su posterior almacenaje, favoreciendo el orden y la conservación del producto en el hogar. Todo esto se ha tenido en cuenta a la hora de diseñar el packaging, buscando que cumpla tanto una función práctica como un papel comunicativo y estético.



Figura 102. Embalaje de "Be buzz".

El embalaje de "Be buzz" no es solo una caja: es una continuación de la experiencia de juego. El momento de abrir el juguete es casi tan importante como el juego en sí. Esta idea está en sintonía con el pensamiento de Friedrich Fröbel, quien daba gran valor a la forma en que se presenta un juguete, considerándola clave en el desarrollo de la actividad.

Para lograrlo, la caja está compuesta por dos piezas: una bandeja interior y una funda exterior deslizante. Al retirar la funda, las piezas del juego se van revelando poco a poco, creando una experiencia de descubrimiento progresivo. Una vez la

funda es retirada por completo, todas las piezas aparecen dispuestas de forma ordenada, invitando al niño a explorar y comenzar a jugar.

El diseño está inspirado en las cajas de coleccionismo de insectos, como los clásicos expositores de mariposas. Esta referencia se hace evidente tanto en el exterior como en el interior. La funda está decorada con ilustraciones de escarabajos en distintos colores, coincidiendo con la gama cromática utilizada en el propio juguete, tanto en sus piezas como en las tintas empleadas en los sellos. En el interior, la disposición ordenada de las piezas recuerda a estos expositores, reforzando la idea de que cada elemento es parte de una colección valiosa por descubrir.



Figura 103. Expositor de Mariposas.

A nivel visual, la caja ha sido diseñada para resultar atractiva y generar curiosidad, sin renunciar a una estética minimalista y limpia, siguiendo la línea de la filosofía del producto. Muestra algunos indicios del contenido, como los posibles resultados del sistema de estampación, pero sin revelar las piezas. De este modo, se preserva el

elemento sorpresa, permitiendo que sea el propio niño quien descubra el juguete por sí mismo.

Desde el punto de vista informativo, el embalaje comunica de forma clara y precisa detalles relevantes sobre el producto: la edad recomendada, los certificados de calidad y sostenibilidad (como el sello FSC, que garantiza el uso de madera procedente de bosques gestionados de forma responsable), el marcado CE que certifica su conformidad con la normativa europea, y su carácter reciclable. Toda esta información, junto con una breve descripción del juguete y la mención a su inspiración en la metodología de Fröbel, se recoge en el exterior de la funda, visible en la figura siguiente.



Figura 104. Embalaje abierto Be buzz.

El embalaje está fabricado en cartón Kraft de 2 mm de grosor y sus dimensiones montado son 340 × 170 × 70 mm.

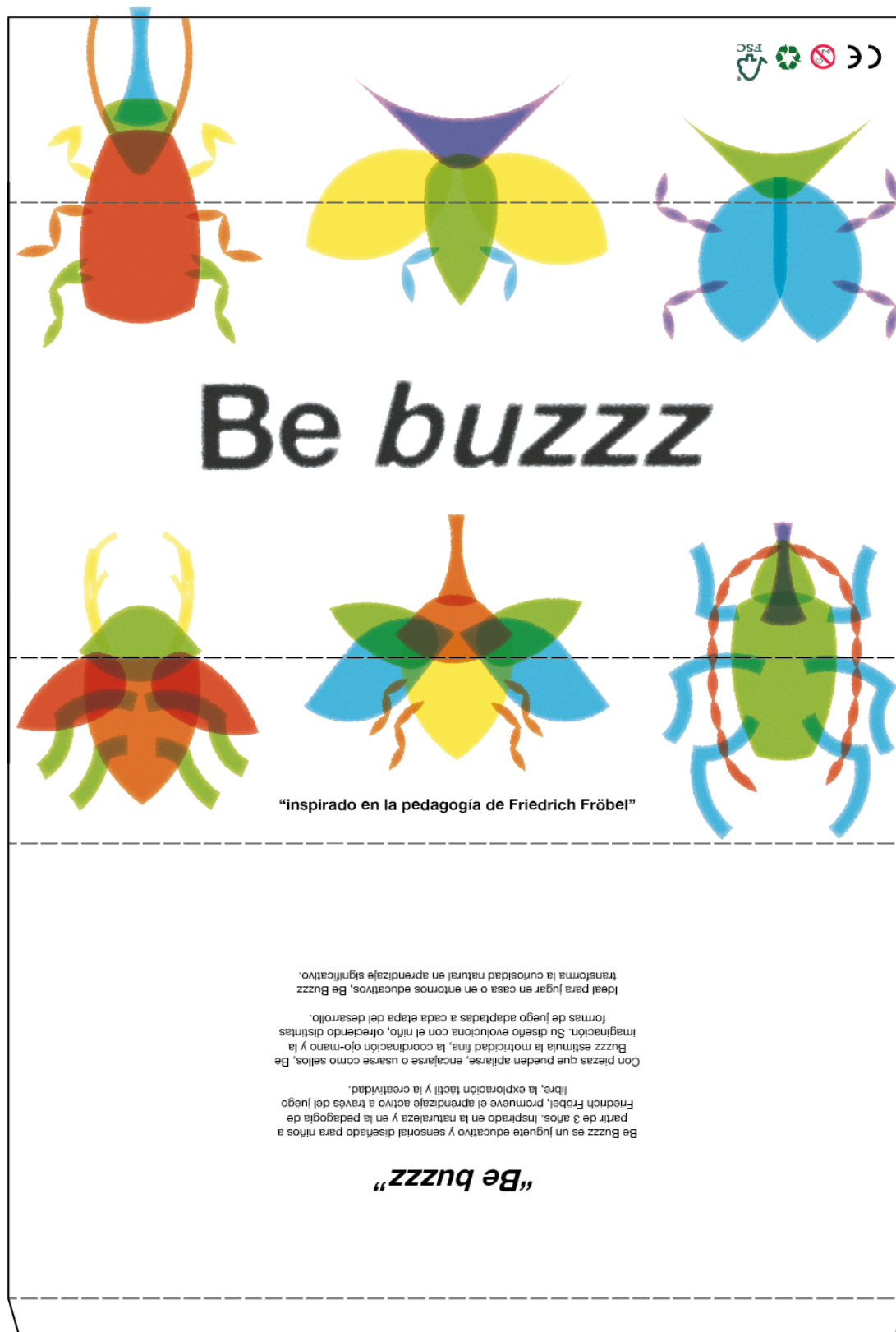


Figura 105. . Funda exterior desplegada.

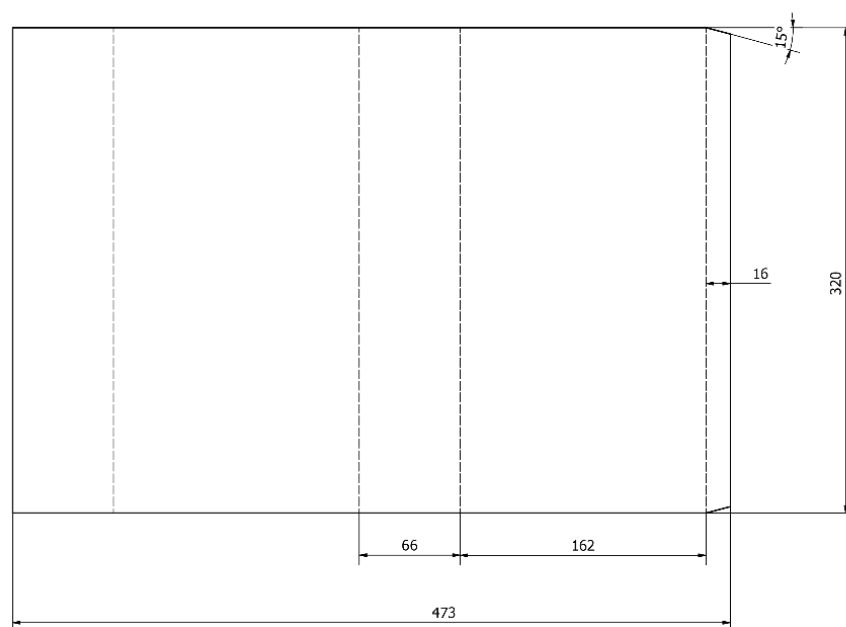
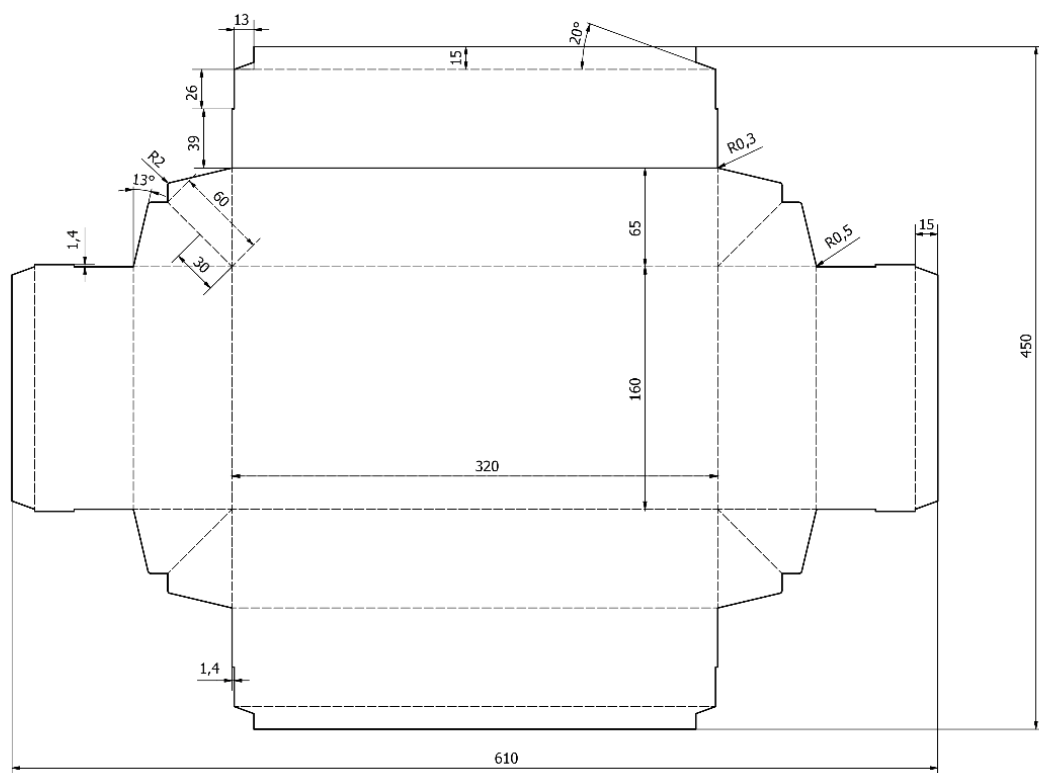


Figura 106. Desarrollo del embalaje.

En el fondo interior de la caja se ha incorporado una guía visual que actúa como referencia para la colocación de las piezas. Esta disposición facilita el proceso de recogida y almacenamiento del juguete, ofreciendo una ayuda visual para niños.

La inclusión de esta guía surgió tras la observación directa durante la prueba con una usuaria de cinco años, quien mostró cierta dificultad para recordar la disposición inicial de las piezas dentro del envase. Este recurso busca reforzar la autonomía del niño y mejorar la experiencia de uso a través del orden y la claridad visual.

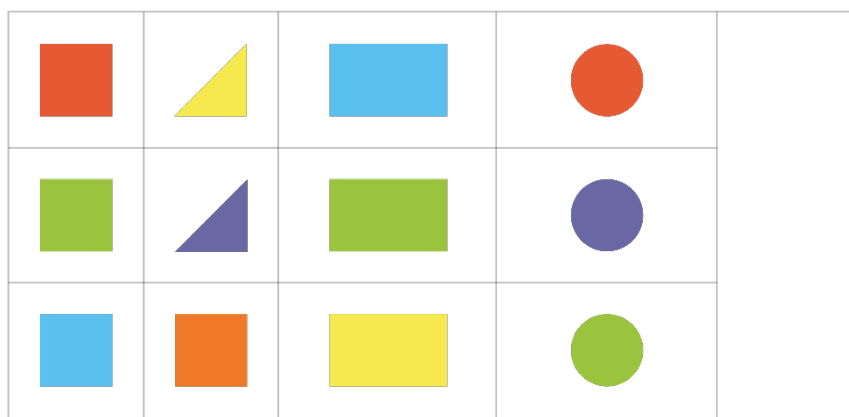


Figura 107. Guía visual del fondo del embalaje.

5.6. Manual coleccionable

Como complemento al juguete, se ha desarrollado un manual que funciona tanto como guía de uso como un elemento de colección. Este material tiene como objetivo acompañar al niño en el proceso de juego, ofreciendo ejemplos de las composiciones que se pueden lograrse mediante la combinación de los sellos.

En las primeras páginas del manual se incluye una sección introductoria orientada a los adultos, donde se explica el funcionamiento general del juguete, las diferentes formas de juego y cómo este va evolucionando con el niño a lo largo del tiempo. De este modo, se proporciona a las familias y educadores una referencia clara que les permite conocer el potencial pedagógico del producto y acompañar al niño, guiándole y aprovechando al máximo el valor lúdico y educativo del juguete.

A continuación, el manual presenta diferentes insectos creados a partir de la unión de varios sellos. Junto a cada ejemplo, se especifican de manera clara las piezas necesarias para realizar la estampación, así como la cantidad de cada una, ya que en algunos casos es preciso repetir formas. De este modo, se facilita la identificación de las piezas y se orienta el proceso de construcción de las figuras propuestas.



Figura 108. Manual coleccionable.

Además, cada modelo va acompañado de una página en blanco destinada a que el propio usuario pueda estampar el insecto directamente sobre el manual, integrando de este modo en el juego un componente de colección y personalización. También se incluye un espacio para que el niño asigne un nombre a su creación, reforzando así el vínculo con su propia creación.

Este enfoque conecta con la idea clásica del coleccionismo de insectos, adaptándola a un contexto lúdico y creativo. Si bien el niño puede utilizar cualquier otro soporte o papel para estampar, el librito ofrece un lugar donde conservar y recopilar las figuras realizadas, convirtiéndose en un registro visual y tangible de su evolución y exploración creativa a lo largo del tiempo.

5.7. Identidad corporativa

La identidad de marca es un aspecto clave en el desarrollo de cualquier producto. En el caso de *Be buzzz*, el nombre, el logotipo, la tipografía y la paleta cromática han sido definidos para transmitir los valores del juguete, conectar con su público objetivo y reforzar su valor educativo.

5.7.1. Origen y Significado del Nombre

El nombre *Be buzzz* nace de la combinación de dos elementos:

- “Be”, el verbo inglés ser o estar, evoca acción, transformación y participación. En el contexto del juego, invita a ser creativo, ser un insecto, ser parte del juego. Esta palabra breve y directa refuerza el vínculo entre el niño y la experiencia de juego, desde una perspectiva activa y participativa.
- “Buzzz” hace referencia tanto al término coloquial bug (insecto en inglés) como a la onomatopeya del zumbido característico de muchos insectos (zzz...). La repetición de la letra “z” prolonga el sonido de forma divertida, aportando energía y dinamismo, en línea con la temática del juguete.

Este juego de palabras comunica de forma directa la esencia del juguete y construye una identidad sólida desde el propio nombre. *Be buzzz* es un nombre corto, pegadizo y sonoro. La combinación de sonidos “b” y “z” genera un ritmo vibrante, fácil de pronunciar incluso por niños pequeños.

La elección del nombre está estrechamente vinculada al contenido del producto. Hace referencia a la naturaleza y al mundo de los insectos, a través del zumbido de la “zzz”. Pero también a la acción, el movimiento y la transformación, con el verbo “be”. El propio nombre actúa como una invitación a jugar y explorar, reflejando el espíritu del producto.

El nombre está adecuado para niño de temprana edad, pensado para ser fácil de pronunciar y recordar, ya que el zumbido es un sonido comúnmente imitado por los niños al referirse a insectos. Además, visualmente el nombre transmite cercanía, simpatía y juego.

Por último, es importante destacar que *Be buzzz* también recoge elementos del pensamiento pedagógico de Friedrich Fröbel. El interés por la naturaleza, el valor

del descubrimiento y el aprendizaje a través del juego están presentes en la propuesta. Fröbel defendía la educación basada en la experiencia sensorial, el entorno natural y la creatividad infantil. En este sentido, *Be buzzz* no es solo un nombre, sino una síntesis de la filosofía educativa que inspira el proyecto.

5.7.2. El Logotipo

Para el desarrollo del logotipo de *Be buzzz*, se ha optado por una solución tipográfica, compuesta exclusivamente por texto. Esto refuerza la claridad visual y se centra en transmitir los valores del nombre.

The image shows the logo for 'Be buzzz'. The word 'Be' is in a bold, sans-serif font and is upright. The word 'buzzz' is in the same bold, sans-serif font but is slanted at an angle of approximately 15 degrees to the right. The letters have a slightly textured, stamped appearance.

Figura 109. Logotipo del producto.

La tipografía seleccionada es **Alte Haas Grotesk**, una fuente Sans Serif de trazo limpio y redondeado. Su forma sencilla y sin ornamentos la hacen especialmente legible para los más pequeños, además de transmitir una imagen amigable y contemporánea. Esta elección de tipografía también se mantiene en resto de los elementos gráficos del juguete, tanto en el packaging como en el díptico comunicación.

La palabra “Be” se presenta en posición estática, transmitiendo estabilidad y claridad. En cambio, “Buzzz” aparece inclinada 15° hacia la derecha, generando sensación de movimiento, zumbido y dinamismo, como si vibrara. Esta inclinación enfatiza el carácter lúdico del nombre y traduce gráficamente la sonoridad de la palabra.

Además, el logotipo tiene cierta textura que simula el efecto de un sello estampado. Haciendo alusión directa al sistema de estampación del propio juego y conectando visualmente con la experiencia que ofrece el producto.

Más allá del logotipo, la tipografía Alte Haas Grotesk también se emplea como base para toda la imagen gráfica del juguete, garantizando unidad visual y consistencia. Se utilizan dos variantes: Bold, para títulos, encabezados y elementos destacados, y Regular, para textos informativos en el packaging y en materiales complementarios como el díptico. Esta elección de tipografía responde a una búsqueda de simplicidad y claridad, manteniendo una estética acorde con la identidad del producto.

Alte Haas Grotesk Bold

Alte Haas Grotesk Regular

Figura 110. Tipografía Alte Haas Grotesk Bold y Regular.

5.7.3. Paleta de Colores

La paleta cromática seleccionada para *Be buzzz* está compuesta por seis colores principales: azul, rojo, amarillo, verde, naranja y morado. La selección de estos tonos responde tanto a criterios funcionales como pedagógicos.



Figura 111. Paleta cromática de Be buzzz.

Se trata de colores vivos y saturados, que captan la atención de los niños y estimulan su curiosidad. La selección incluye los tres colores primarios (azul, rojo, amarillo), junto con los tres secundarios (verde, naranja, púrpura).

Esta paleta de colores se usa tanto en el Packaging como en las piezas y tintas del juego. Además, estos colores están ocultos en el interior de piezas que exteriormente parecen de madera, lo que añade un efecto sorpresa visual al abrirlas.

La superposición de estos colores permite experimentar con la mezcla cromática, generando nuevas tonalidades, lo que añade un componente didáctico al juego permitiendo además que, bajo la guía de un adulto, los niños puedan descubrir los principios básicos del color mientras juegan, conectando con los objetivos educativos del juguete.

6. Materiales y fabricación

6.1. Materiales

Después de haber explicado todas las piezas que forman el juguete y su función, es el momento de hablar sobre los materiales que las componen. Se han buscado opciones que sean seguras, duraderas, agradables al tacto y respetuosas con el medioambiente. Todo esto pensando siempre en que el producto final es para un público infantil.

6.1.1. Materiales del Juguete.

Para la fabricación de los 14 bloques principales del juguete se ha seleccionado madera de haya, siguiendo la tradición de los juguetes de Friedrich Fröbel, que empleaban maderas naturales como base de su valor pedagógico. La madera, por su calidez, su peso, su olor y su textura, favorece una conexión directa con el objeto, algo que sigue siendo fundamental hoy en día.

En este caso, la madera de haya se ha elegido por sus propiedades. Es una madera dura y densa, lo que le confiere una resistencia superior, garantiza una buena resistencia al desgaste y al impacto, cualidades fundamentales en un juguete para niños. Las piezas del juguete tienen un uso repetido, una manipulación constante y una interacción con la pintura sin deteriorarse fácilmente, asegurando una larga vida útil del producto.



Figura 112. Plancha de madera de haya. Servei Estació.

A pesar de su dureza, el haya posee una estructura de grano fino y uniforme, lo que la convierte en una opción muy adecuada para procesos de mecanizado. Esta propiedad ha sido un factor clave para su elección, ya que se requieren piezas con un ajuste preciso mediante uniones mecánicas. El haya permite cortes limpios, perforaciones exactas y un acabado liso, lo que facilita la fabricación en serie y asegura que las piezas de madera y plástico encajen a la perfección. Además, tiene una baja propensión a astillarse en comparación con otras maderas más blandas o con un grano más abierto.

En cuanto a la sostenibilidad, se prioriza el uso de madera procedente de bosques gestionados de forma responsable y certificada por el sistema FSC (Forest Stewardship Council). Garantizando que el material tiene un origen renovable, trazable y respetuoso con el medioambiente, para logra un producto más ético.

Para proteger las piezas de madera y asegurar su durabilidad, se aplicará un barniz al agua especialmente indicado para productos infantiles y, en particular, para aquellos que puedan entrar en contacto con pintura. Este tipo de barniz genera una película protectora transparente que impide la absorción de pintura por parte de la madera, permitiendo que las superficies se limpien fácilmente después de cada uso. Además, mejora la resistencia al desgaste, a los arañazos y a la humedad, sin alterar el color natural de la madera ni aportar un brillo excesivo.

En concreto, se ha seleccionado el Barniz al Agua Ecológico Decoración Satinado de TITANLUX, una marca española con amplia trayectoria en la fabricación de pinturas y barnices. Esta elección responde a criterios de calidad, seguridad y sostenibilidad, especialmente relevantes en productos dirigidos al público infantil.



Figura 113. Barniz al Agua Ecológico Decoración Satinado de TITANLUX.

Se trata de un barniz acrílico poliuretano al agua, con acabado satinado, que ofrece una combinación de resistencia, elasticidad y durabilidad. Gracias a estas propiedades, protege eficazmente la superficie frente a golpes y desgaste, evitando además la penetración de pintura en la madera. Su limpieza es sencilla, pudiendo realizarse únicamente con agua o un paño húmedo. Además, su fórmula incluye un conservante anti-moho, favoreciendo el mantenimiento higiénico del juguete con el paso del tiempo.

Desde el punto de vista medioambiental y normativo, este barniz representa una alternativa responsable. Dispone de la Etiqueta Ecológica Europea (ECOLABEL), lo que certifica su bajo impacto ambiental. Asimismo, cumple con la norma UNE-EN 71-3 de seguridad en juguetes, que regula la migración de elementos químicos peligrosos, garantizando que no representa ningún riesgo para la salud de los niños, incluso en caso de contacto oral. Por último, presenta una clasificación A+ en emisiones VOC (según ISO 16000-6), lo que asegura una emisión mínima de compuestos orgánicos volátiles y favorece un entorno interior saludable.



Figura 114. Etiquetas y Certificados de TITANLUX

Continuando con la selección de materiales del juguete, se ha elegido el Elastómero Termoplástico (TPE) para las piezas plástica, cuales componen el sello y forman parte del encaje mecánico *snap-fit*. Se trata de un material que combina las propiedades elásticas del caucho con facilidad de procesado de los termoplásticos. Proporcionado una excelente elasticidad y capacidad de recuperación, lo que lo convierte en una opción ideal para sistemas de unión mecánica, presentes en el juguete. Estas características permiten una ligera deformación bajo esfuerzo sin pérdida de forma, facilitando tanto el montaje como la durabilidad del producto. Al mismo tiempo, el TPE ofrece cierta rigidez para la función de sello, asegurando que la parte de estampación sea efectiva.

Una de las principales ventajas del TPE es su resistencia química y al envejecimiento, clave en este caso, ya que el juguete estará en contacto con tintas al agua y se limpiará con frecuencia. El material no se deteriora con el uso y su superficie es fácil de limpiar, algo fundamental en productos para niños.

Para garantizar que se cumplen todos los requisitos de seguridad, se ha elegido a la empresa Kraiburg TPE, con sede en Alemania. Están especializados en compuestos TPE de alta calidad y tienen varias líneas que cumplen con los requisitos de la norma UNE-EN 71 (Seguridad de los juguetes).

Entre sus opciones, se ha seleccionado un TPE de base biológica de su gama sostenible, una alternativa que no solo ofrece un excelente rendimiento técnico, sino que también aporta un valor añadido desde el punto de vista medioambiental. Este material incorpora hasta un 55 % de contenido renovable, según la norma ASTM D6866, lo que permite reducir la dependencia de recursos fósiles y disminuir la huella de carbono del producto final.



Figura 115. Bio-based TPE de Kraiburg TPE.

Desde el punto de vista funcional, el Bio-based TPE mantiene todas las ventajas del TPE convencional: buena flexibilidad para el encaje *snap-fit*, resistencia para la zona de sello y durabilidad ante el uso continuo. Otro aspecto importante es que permite el reciclaje durante la fabricación, lo que ayuda a optimizar los recursos y reducir residuos en la producción.

En cuanto a la seguridad, cumple con normativas estrictas como UNE-EN 71-3, REACH, RoHS y SVHC⁵, lo que garantiza que es seguro para el contacto con niños, incluso si lo manipulan o lo llevan a la boca. Además, Kraiburg TPE ofrece la trazabilidad y documentación necesarias para asegurar su cumplimiento.

⁵ **REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)**: Es un reglamento europeo que protege la salud humana y el medio ambiente frente a sustancias químicas peligrosas.

RoHS (Restriction of Hazardous Substances Directive): Directiva de la Unión Europea que restringe el uso de ciertas sustancias peligrosas en equipos eléctricos y electrónicos.

SVHC (Substances of Very High Concern): Sustancias Altamente Preocupantes, según la normativa REACH.

Para la caja que contiene la almohadilla con tinta, tanto en el cuerpo como en la tapa, se ha seleccionado polipropileno (PP) debido a su equilibrio entre rigidez, resistencia química y facilidad de procesado. Esta pieza requiere una estructura firme que soporte la presión ejercida al estampar, manteniendo su forma sin deformaciones, además de una tapa de fácil apertura y cierre para los niños.

El PP aporta rigidez y estabilidad estructural, lo que prolonga la vida útil del producto frente al uso repetido propio de los juguetes. Además, su excelente resistencia química y al envejecimiento lo hace ideal para estar en contacto directo con tintas a base de agua, ya que no se degrada ni pierde color con el tiempo, y facilita su limpieza tras cada uso.

El sistema de cierre mediante ajuste por fricción es perfectamente compatible con las propiedades mecánicas del PP. Gracias a su ligera flexibilidad, permite crear una tapa que se encaje firmemente sin necesidad de piezas adicionales, resultando fácil de manipular para los niños y segura para evitar derrames o secado de la tinta.

Por estas razones, se ha seleccionado el Moplen HP500N de LyondellBasell, un polipropileno homopolímero que ofrece una alta rigidez y buena resistencia química. Está pensado para ser procesado mediante moldeo por inyección, y es especialmente adecuado para piezas con paredes delgadas. En cuanto a la seguridad, el PP es un plástico ampliamente utilizado en productos infantiles y cumple con la normativa EN 71-3.



Figura 116. Polipropileno

Para el sistema de estampación del juguete se ha optado por contar con un proveedor externo que se encargue de su fabricación. Esto se debe a que una empresa especializada en el sector posee el conocimiento, la tecnología y los procesos optimizados necesarios para fabricar estos componentes, garantizando productos testados y ajustados a los requisitos técnicos y normativas vigentes.

No obstante, resulta fundamental definir las características técnicas de los materiales principales que lo componen: la almohadilla entintada y la tinta.

La almohadilla se fabricará con espuma de poliuretano (PU) de celdas abiertas. Su estructura porosa le confiere una alta capacidad de absorción y una liberación controlada de la tinta, lo que garantiza que el sello se impregne de forma uniforme y que la impresión sobre el papel sea limpia y precisa. Además de su funcionalidad, esta espuma destaca por su durabilidad, ya que soporta un uso repetido sin deteriorarse ni perder sus propiedades. Dado que el producto está destinado a un público infantil, es imprescindible que el material sea no tóxico, libre de sustancias nocivas y apto para cumplir con las normativas europeas de seguridad en juguetes.

En cuanto a la tinta, se utilizará una formulación a base de agua, diseñada específicamente para sellos. Este tipo de tinta ofrece una excelente transferencia desde la almohadilla al sello y de este al papel, sin empapar excesivamente ni dejar manchas. Además, al tratarse de una base acuosa, se limpia fácilmente con agua y jabón, lo que la convierte en una opción segura y práctica para el uso infantil. También reduce al mínimo el riesgo de irritaciones, al no contener disolventes ni componentes agresivos.

Tanto la almohadilla como la tinta cumplen con las normativas europea UNE-EN 71, en su particular en su parte 3 relativa a la migración de ciertos elementos químicos, y la parte 7 que establece los requisitos de seguridad para pinturas de dedos. Asimismo, la tinta debe respetar el reglamento REACH, garantizando que no contiene sustancias prohibidas o potencialmente peligrosas.

Para asegurar el cumplimiento de todos estos requisitos, se ha elegido como proveedor a Noris-Color GmbH, una empresa alemana especializada en tintas y soluciones de estampación. Noris-Color es reconocida por su compromiso con la seguridad infantil y por ofrecer productos que cumplen rigurosamente con las normativas europeas e internacionales.



Figura 117. Almohadilla entintada de Noris-Color GmbH

El manual que acompaña al juguete está fabricado con papel 100% reciclado, procedente de la empresa Steinbeis, reconocida por priorizar criterios ecológicos en sus procesos de producción. El papel seleccionado cuenta con certificaciones como el Ángel Azul y la etiqueta ecológica de la UE, que garantizan su sostenibilidad y bajo impacto ambiental.

La elección de este material ecológico contribuye a reducir la demanda de nuevas fibras de madera, preservando los recursos naturales y disminuyendo tanto el consumo de agua y energía como las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a su producción.



Figura 118. Papel reciclado

Además de su origen responsable, se ha prestado especial atención a la calidad y resistencia del papel, considerando el tipo de uso que va a recibir. Dado que el manual está pensado para que el niño pueda estampar directamente sobre él, se ha optado por un gramaje de 200 g/m².

Este grosor asegura varias ventajas, por un lado, evita que la pintura traspase las hojas, algo que podría ocurrir con papeles más finos. Por otro, reduce las ondulaciones que la humedad puede provocar al secarse la pintura, manteniendo el papel estable y liso. Finalmente, un mayor gramaje aporta mayor resistencia y durabilidad, permitiendo que el manual soporte mejor el uso continuado y la manipulación por parte del usuario.

6.1.2. Materiales del Embalaje

Para el embalaje del juguete se ha seleccionado un cartón corrugado de canal simple con papel Kraft blanqueado.

El cartón corrugado sencillo está formado por una capa ondulada (llamada flauta) entre dos capas planas (liners). Esta estructura proporciona gran resistencia sin añadir demasiado peso, lo que lo hace perfecto para proteger el juguete durante todo su recorrido: desde su fabricación hasta que llega al usuario final. En este caso, se ha optado por el canal simple ya que es suficiente para garantizar que se mantenga en buen estado frente a golpes, presión o apilamiento.

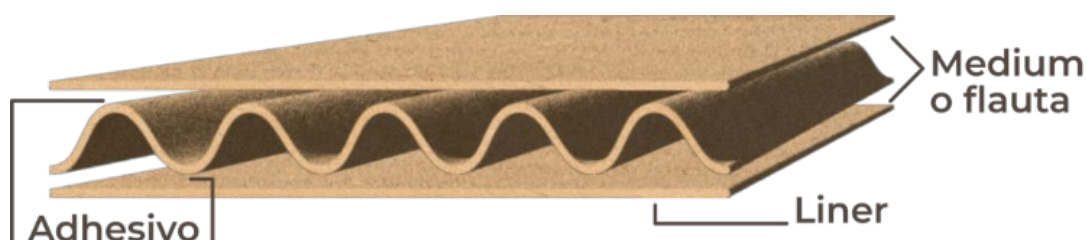


Figura 119. Elementos del Cartón Corrugado.

Para la fabricación de las capas que componen este cartón se emplea papel Kraft, un material conocido por su gran resistencia. El nombre "Kraft" proviene del alemán y significa "fuerza", lo que refleja con precisión sus propiedades: es resistente al desgarrar, a la tracción y protege eficazmente el interior. Estas propiedades son especialmente relevantes para asegurar la durabilidad del embalaje y la protección del juguete frente a condiciones adversas durante su transporte y manipulación.

Además de su resistencia, el papel Kraft tiene una clara ventaja ecológica, tanto en su versión natural como blanqueada. Se fabrica con fibras de madera procedentes de bosques gestionados de forma responsable, su proceso de fabricación permite el reciclado de químicos, y el resultado final es un material 100% reciclable, biodegradable y compostable. Esto significa que, tras su uso, puede volver a entrar en el ciclo productivo sin generar residuos contaminantes.

La estructura del cartón corrugado permite que las cajas sean apilables sin deformarse, lo cual optimiza el espacio tanto en almacenes como en transporte. A su vez, su ligereza contribuye a la reducción de emisiones asociadas al envío.

Por último, el papel Kraft blanqueado es un material económico, fácilmente personalizable y compatible con impresión directa, lo que facilita la inclusión de gráficos, instrucciones y elementos visuales que mejoran la presentación del producto. Aunque su coste es ligeramente superior al del papel Kraft natural, sigue siendo una opción económica frente a otros acabados más complejos y contribuye a reforzar la imagen cuidada del producto.

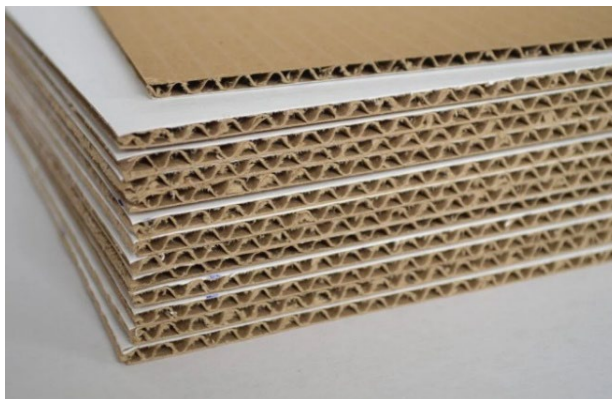


Figura 120. Cartón Corrugado

6.2. Procesos de fabricación

Tras haber detallado los materiales seleccionados para los diferentes elementos del proyecto, a continuación, se describen los procesos de fabricación que permiten transformar esas materias primas en el juguete final.

1. Piezas de madera de haya.

El primer paso fundamental en la producción en serie de las piezas de madera es la selección y preparación del material. Esto asegura la uniformidad, minimiza el desperdicio y establece la base para un mecanizado preciso y un acabado de alta calidad. Por ello se han seleccionado madera de haya que este previamente cepillada y canteada. Para garantizar que los listones de madera presenten caras planas y cantos rectos, lo que facilita el corte y asegura una mayor precisión.

Sierra circular

Una vez adquirida, la madera de haya se someterá a un proceso de corte inicial utilizando sierras circulares. Esta maquinaria es ideal para la producción en serie debido a su velocidad, precisión y capacidad de corte repetitivo. El objetivo de esta etapa es transformar los listones de madera en piezas más manejables, aproximando sus dimensiones a las generales de cada tipo de pieza que se va a fabricar.



Figura 121. Sierra circular.

Las sierras cortarán los listones en bloques o prismas que se acerquen a las longitudes, anchuras y espesores requeridos, como los 50mm o 81.25mm de longitud/diámetro, y los 25mm o 40.6mm de altura/espesores indicados en los planos.

Es crucial dejar un margen de material adecuado en cada dimensión. Este margen será eliminado posteriormente durante la fase de mecanizado de precisión con CNC, asegurando que las herramientas de corte CNC trabajen sobre material uniforme y permitan alcanzar las tolerancias exactas y un acabado óptimo.

Mecanizado CNC

El mecanizado CNC es clave en la fabricación de las piezas de madera del juguete, ya que permite obtener formas complejas, dimensiones exactas y un acabado superficial de calidad. Para ello, se emplean fresadoras CNC de 5 ejes, capaces de ejecutar geometrías intrincadas en una única configuración, lo que garantiza alta precisión, repetibilidad y eficiencia en la producción en serie. Esta tecnología es especialmente adecuada para la madera de haya, al ser un material duro y denso que se beneficia de la rigidez y el control que ofrecen estas máquinas.



Figura 122. Máquina CNC de 5 ejes.

Todas las operaciones de corte se realizarán con herramientas de carburo sólido, por su alta resistencia al desgaste y capacidad para mantener el filo a elevadas velocidades y temperaturas. Esto permite trabajar de forma eficiente, reduciendo el tiempo de inactividad y mejorando la calidad del mecanizado.

Se utilizan principalmente fresas de desbaste y de acabado para dar forma y alisar las superficies, fresas de ranurar para generar muescas y canales con dimensiones precisas, fresas de radio para transiciones suaves y radios pequeños, y fresas de chaflán para crear ángulos definidos. Combinado todas estas herramientas se consiguen todos los detalles geométricos de las piezas.



*Figura 123. Fresa de carburo sólido.
BIG DAISHOWA.*

- **Mecanizado de Piezas Cilíndricas.**

Las piezas cilíndricas se fabrican a partir de bloques cuadrados de haya previamente cortados, que se montan en una mesa de vacío que permiten la sujeción de la pieza y el acceso de la herramienta desde distintos ángulos.

En primer lugar, se mecaniza el exterior mediante fresas de desbaste y acabado, obteniendo diámetros exactos como el exterior de Ø50mm. A continuación, se

mecanizan los diámetros y las muescas internas. Estas operaciones requieren el uso combinado de fresas para lograr precisión en los ángulos y radios. La capacidad de trabajo simultáneo en 5 ejes permite completar estas geometrías complejas en una única operación, aumentando la precisión y reduciendo tiempos.

- Mecanizado de Prismas Rectangulares.

Para los prismas rectangulares, los bloques se cortan a una medida aproximada y se fijan en la mesa de vacío para garantizar estabilidad. Primero se refrentan las caras principales para asegurar la planeidad, y después se definen las dimensiones exactas en largo y ancho.

Las muescas y detalles interiores se crean utilizando las fresas, creando con precisión las profundidades y ángulos indicados.

- Mecanizado de Prismas Triangulares.

En el caso de piezas con sección triangular, se parte de bloques de haya preparados para la geometría deseada, y al igual que las anteriores se sujetan mediante una mesa de vacío.

Primero se generan las caras triangulares con las fresas, formando los ángulos de 15° y 45° con gran precisión gracias a la movilidad de los 5 ejes. Posteriormente se mecanizan las muescas y detalles internos.

Lijado.

Una vez mecanizadas las piezas, comienza la fase final del proceso de fabricación. Se lijan las piezas para eliminar las marcas del mecanizado CNC y alcanzar la calidad superficial necesaria para un acabado final limpio y profesional. Todas las piezas se someterán a este proceso con el objetivo de suavizar bordes, perfeccionar detalles y preparar adecuadamente la superficie antes de aplicar el barniz.

Una vez finalizado el lijado, las piezas se limpiarán cuidadosamente para eliminar cualquier resto de polvo de madera. Esta limpieza se realizará con aire comprimido y paños ligeramente humedecidos que no dejen residuos, ya que la presencia de polvo podría afectar negativamente la adherencia del barniz y comprometer la uniformidad del acabado.

Tratamiento superficial.

La última fase del proceso de acabado consiste en la aplicación del barniz acrílico poliuretano al agua, con el objetivo de proteger la madera y aportar un acabado uniforme y de calidad. Para ello, se utilizarán pistolas de pulverización HVLP, que permiten un acabado fino, bajo desperdicio de material y una cobertura homogénea, especialmente eficaz en piezas con geometrías complejas.



Figura 124. Pistolas de pulverización HVLP.

El barniz se aplicará en capas finas sucesivas, dejando secar entre cada una y realizando un lijado superficial con lija de grano muy fino. Este paso intermedio mejora la adherencia de las capas y asegura un resultado final suave y uniforme.

Tras la última capa, las piezas se trasladarán a una zona de secado y curado controlado, donde el barniz podrá endurecerse completamente antes de su manipulación o montaje, garantizando resistencia, durabilidad y un acabado profesional.

2. Proceso de Fabricación de Piezas de TPE.

Para la producción en serie de las piezas fabricadas en elastómero termoplástico (TPE), se ha seleccionado el moldeo por inyección como método de fabricación. Esta elección se debe a la necesidad de obtener un sistema de fabricación que garantice calidad, buen acabado superficial, funcionalidad del encaje mecánico y una óptima relación coste-beneficio.

El TPE es un material perfecto para este proceso, ya que puede fundirse y solidificarse repetidamente sin sufrir una degradación significativa. Esta propiedad lo hace especialmente adecuado para el moldeo por inyección.

Una de las principales ventajas de este método es su rentabilidad en la producción en masa. Una vez fabricado el molde, el coste por unidad es muy bajo, lo que lo convierte en una opción muy competitiva para series largas.

El molde es el componente clave del proceso, ya que determina la forma, dimensiones y calidad superficial de las piezas. Se fabrica a partir de modelos CAD que definen con precisión la geometría y el acabado deseado. Para garantizar su resistencia y durabilidad ante las altas presiones y temperaturas del proceso, se construye en acero, asegurando estabilidad dimensional y una larga vida útil.

Molde de Canal Caliente.

En este caso, se emplea un molde de canal caliente, que se diferencia de los moldes de canal frío por su sistema de alimentación del material fundido. Mientras que en los moldes de canal frío el material se solidifica en los conductos, el canal caliente mantiene el TPE fundido desde la boquilla de la máquina hasta las cavidades, gracias a un sistema de resistencias que controlan la temperatura con precisión.

Otra ventaja, es que no se genera desperdicio de material, ya que no es necesario retirar el bebedero tras cada ciclo. Esto implica un uso del TPE del 100% y reduce significativamente los costes por material. Además, al no tener que esperar a que solidifique el material en los canales, los tiempos de ciclo se reducen, lo que permite aumentar la productividad.



Figura 125. Molde de Canal Caliente.

Por otro lado, la temperatura constante y controlada mejora el flujo del material hacia la cavidad, obteniendo piezas con mayor precisión dimensional, mejor acabado superficial y menos tensiones internas. Esto resulta esencial para asegurar un encaje mecánico fiable. Por último, la ausencia de colada facilita el desmoldeo automático y permite reproducir geometrías más complejas con mayor fiabilidad.

Aunque la fabricación de un molde de canal caliente requiere una inversión inicial más elevada, esta se amortiza rápidamente gracias a la reducción de desperdicios, la mejora en la eficiencia y el ahorro en costes unitarios durante la producción en serie.

Proceso de Inyección.

Una vez diseñado y fabricado los moldes, se da inicio al proceso de inyección, mediante el cual el elastómero termoplástico (TPE) se transforma en las piezas finales del producto.

El proceso comienza con la carga de los gránulos de TPE en la tolva de la máquina de inyección. Aunque este material es menos sensible a la humedad que otros termoplásticos, se somete a un proceso de presecado para eliminar cualquier rastro de humedad residual que pudiera provocar defectos como burbujas internas o imperfecciones superficiales en las piezas.

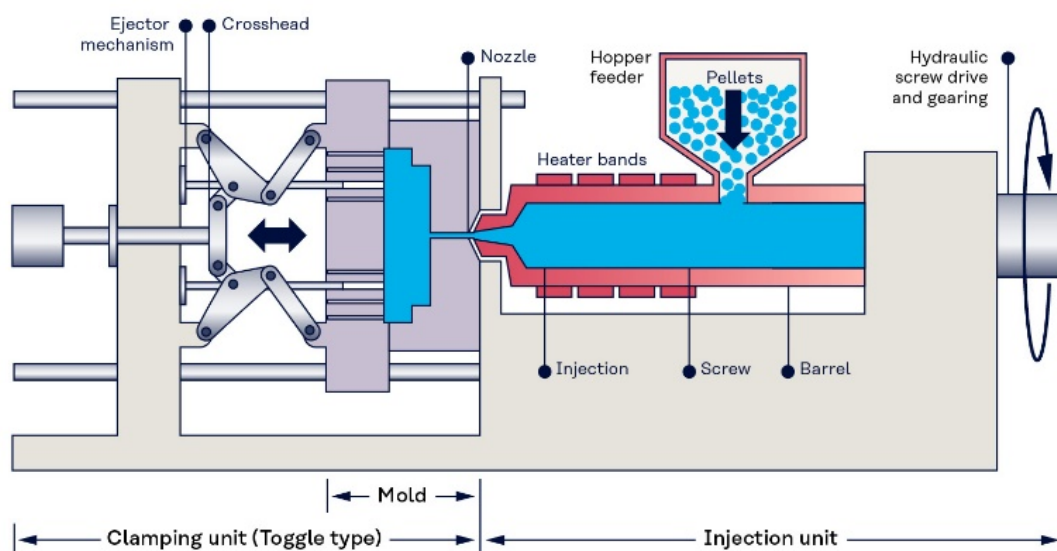


Figura 126. Máquina de moldeo por inyección.

Tras el presecado, el material se introduce en la unidad de plastificación, donde un tornillo rotativo lo transporta a lo largo de un cilindro calefactado. El TPE se funde progresivamente gracias a la combinación del calor aplicado externamente por las resistencias del cilindro y la fricción generada por el propio movimiento del tornillo. Durante este trayecto, el material se mezcla y homogeneiza hasta alcanzar su temperatura óptima de fusión, convirtiéndose en una masa viscosa y uniforme, lista para ser inyectada.

Una vez acumulada la cantidad necesaria de TPE fundido delante del tornillo, y con el molde cerrado y asegurado mediante la fuerza de cierre de la máquina, el tornillo avanza rápidamente, inyectando el material a alta presión a través de la boquilla. El TPE pasa por el sistema de canal caliente del molde y llena completamente las cavidades.

Tras el llenado, se aplica una presión de compactación durante unos segundos. Esta fase es crucial para compensar la contracción natural del material al enfriarse, evitando defectos como marcas de hundimiento y garantizando la estabilidad dimensional de la pieza. Al mismo tiempo, el molde, que cuenta con canales de refrigeración internos por los que circula agua, disipa el calor del TPE. Esta etapa permite que el material solidifique y adquiera su forma definitiva.

Cuando la pieza se ha solidificado, el molde se abre y se activa el sistema de expulsión, que empuja la pieza fuera de la cavidad. Para diseños con geometrías complejas o elementos de encaje mecánico, se ha incorporado unos mecanismos deslizantes (o deslizaderas) en el molde, que se retraen en el momento adecuado para liberar los socavados sin dañar la pieza durante la expulsión. Una vez liberada, la pieza cae en un contenedor y el ciclo de inyección comienza de nuevo.

Acabado final.

Aunque el moldeo por inyección proporciona un excelente acabado superficial, en ocasiones pueden aparecer pequeñas rebabas en la línea de partición del molde, donde se unen las dos mitades. Estos restos de material, pueden afectar la estética y la seguridad del producto. Por ello, se eliminan manualmente con cuchillas, garantizando un acabado limpio, seguro y agradable al tacto.

Este mismo proceso de inyección también se ha empleado para fabricar el recipiente de polipropileno (PP) que contiene las tintas del juego. Al igual que con las piezas de TPE, este proceso permite obtener alcanzar gran precisión dimensional y geometrías complejas, asegurando un correcto funcionamiento de los mecanismos de cierre. Además, el moldeo por inyección es altamente automatizable y rentable para producciones en serie, ofreciendo una calidad constante. Las propiedades del PP, como su durabilidad y resistencia química, lo hacen muy adecuado para este uso, garantizando un producto final robusto y fiable.

3. Manual.

La fabricación del manual se realizará de forma externa, encargándola a una empresa especializada en impresión al por mayor. Este tipo de proveedores permite obtener un producto con buena calidad a un coste más ajustado, especialmente cuando se producen grandes cantidades. Además, trabajan con maquinaria industrial preparada para ofrecer impresiones de alta calidad, con acabados cuidados y garantizando que el papel tenga el grosor y la resistencia adecuados.

4. Embalaje del Producto.

Para el embalaje del producto se ha optado por externalizar su fabricación a un proveedor especializado, una decisión permite aprovechar la experiencia, tecnología y capacidad productiva de empresas dedicadas exclusivamente a este sector. Esta colaboración garantiza una producción eficiente, con altos estándares de calidad y el uso de materiales específicos como el cartón corrugado Kraft.

La fabricación del packaging se realizará con Hinojosa Packaging Solutions, una empresa líder en el sector del embalaje en España, reconocida por su compromiso con la sostenibilidad y la innovación. Aunque el diseño de la caja ha sido desarrollado dentro del proyecto, se confía en este proveedor para llevar a cabo su producción con la precisión y calidad necesarias. Esta colaboración asegura que el embalaje no solo cumpla su función protectora, sino que también mantenga la identidad visual del juguete y refleje sus valores, todo ello con un enfoque respetuoso con el medioambiente.

7. Estudio volumétrico

Con el objetivo de validar el diseño, la funcionalidad y la experiencia de uso del juguete, se ha desarrollado un prototipo físico. Este estudio volumétrico ha permitido comprobar la interacción del usuario con el objeto, así como observar aspectos ergonómicos, constructivos y expresivos que no pueden percibirse únicamente desde el entorno digital.

Como se ha explicado a lo largo del proyecto, el diseño original fue concebido para procesos industriales como la inyección de plástico y el mecanizado de madera. Por lo que, para la realización del prototipo de forma artesanal, ha sido necesario adaptar algunos elementos. En lugar de utilizar plástico en las piezas interiores, se ha optado por goma EVA, un material más accesible y fácil de trabajar manualmente. Asimismo, se ha prescindido del sistema de encaje por *snap-fit*, reemplazándolo por un ajuste más sencillo basado en el encaje geométrico de las piezas de madera.

A pesar de estas modificaciones, se ha mantenido la esencia del juego, la combinación entre construcción y estampación, la lógica de las piezas dobles y el estímulo sensorial a través de formas y texturas. La adaptación ha permitido realizar un prototipo funcional que representa con fidelidad la experiencia de uso prevista en el diseño final. Para la realización del prototipo se han utilizado técnicas de corte, lijado y ensamblado manual, buscando un acabado limpio y coherente con la estética del producto.

Además del conjunto de piezas, se ha elaborado también el embalaje del juguete, lo que ha permitido valorar el diseño del packaging en relación con la organización, almacenaje y presentación del producto.

La prueba de uso se llevó a cabo con una niña de 5 años en un entorno doméstico, familiar y relajado, con el fin de observar su reacción ante el juego. Las imágenes recogen momentos tanto espontáneos como guiados, para reflejar los distintos niveles de interacción que propone el juguete.



Figura 127. Primer contacto: sacar las piezas.

En un primer contacto con el juguete, la niña se acercó a la caja del juguete y comenzó a sacar las piezas con curiosidad. Esta acción no guiada refleja el interés inicial que generan las formas geométricas y los materiales, así como el inicio de una exploración sensorial.



Figura 128. Primer contacto.

A continuación, se dio paso a una fase de manipulación libre, en la que, sin recibir instrucciones, la niña agrupó las piezas por forma, las apiló e intentó crear pequeñas construcciones. Esta etapa corresponde al primer nivel de juego planteado, basado en la exploración autónoma. Mostró especial interés por construir torres altas, enfrentándose al reto del equilibrio.



Figura 129. Fase de manipulación.

En uno de los intentos, al volcarse la estructura, las piezas permanecieron unidas gracias al encaje, lo que no interrumpió el juego, siguió probando nuevas combinaciones. Esta actitud demuestra cómo el juguete mantiene el interés del niño y fomenta la perseverancia ante pequeños desafíos.



Figura 130. Agrupación por formas.



Figura 131. Caída de una torre.

Más adelante, se le animó a observar el interior de las piezas, momento en el que descubrió con sorpresa los relieves y los colores ocultos en su interior. Aunque esta fase fue ligeramente guiada, generó una clara reacción de atención e interés, validando así la dimensión sensorial y exploratoria del diseño.

Tras desmontar todas las piezas, su reacción inmediata fue intentar volver a unir las, probando diferentes combinaciones por intuición. Este comportamiento refleja un proceso de descubrimiento activo y una primera aproximación a la lógica de emparejamiento que plantea el juego.



Figura 134. Desmontaje del prisma triangular.



Figura 133. Unión pieza cilíndrica.

En la siguiente fase, se simuló el uso de los sellos sobre papel. Aunque la actividad fue inicialmente acompañada por un adulto, la niña comprendió rápidamente el gesto e inició por sí misma una secuencia de estampaciones y repeticiones imaginarias.



Figura 132. Simulación de estampación.

Dado que se trata de un prototipo, no se utilizó tinta real, por lo que no fue posible generar figuras impresas, sin embargo, la simulación permitió comprobar aspectos clave como la ergonomía de las piezas durante el sellado, el gesto de presión y las dimensiones tanto de los relieves como de la caja contenedora de la tinta. Esta fase, aunque simbólica, evidenció el potencial del juguete para fomentar la coordinación fina, la motricidad y la creatividad desde el juego simbólico.



Figura 136. Gesto de coger tinta.



Figura 135. Presión para crear sello.

Finalmente, la niña procedió a recoger el juego y guardarlo en su caja, lo que demuestra que el diseño también fomenta hábitos de organización y autonomía al finalizar la actividad. Sin embargo, se observó cierta dificultad a la hora de recordar el orden exacto de colocación de las piezas, lo que sugiere la conveniencia de incorporar una lámina o guía visual en el fondo de la caja que indique la disposición correcta. Este recurso facilitaría el proceso de recogida, promoviendo además el desarrollo de habilidades de reconocimiento espacial y orden lógico.

Esta experiencia ha permitido comprobar que el juguete despierta curiosidad, favorece la exploración sensorial y promueve la creatividad. Además, se confirma que el juguete resulta intuitivo, atractivo y estimulante, generando una respuesta activa por parte del niño.



Figura 137. Ordenado de las piezas.

El prototipo ha servido también para ajustar detalles relativos al tamaño de las piezas, su facilidad de agarre y la resistencia del encaje entre formas. La experiencia de uso ha confirmado que el diseño cumple con objetivos planteados durante el desarrollo del producto.



Figura 138. Guardado del juguete.

8. Imágenes de producto.



Figura 140. imagen de producto 1.



Figura 139. imagen de producto 2.



Figura 141. Imagen del producto 3.

9. Conclusiones y líneas futuras

9.1. Conclusiones

El desarrollo del proyecto *Be buzzz* ha permitido alcanzar con éxito los objetivos planteados al inicio del trabajo. Se ha diseñado un juguete evolutivo que, inspirado en los principios pedagógicos de Friedrich Fröbel, promueve el desarrollo sensorial, cognitivo y motor del niño a través del juego libre, la manipulación y la creatividad. A lo largo del proceso se ha realizado un análisis profundo del método Fröbeliano, del mercado actual de juguetes educativos y de las necesidades del público infantil, lo que ha permitido fundamentar sólidamente cada decisión de diseño.

El resultado es un juguete que combina la construcción y la estampación. Esta dualidad permite ofrecer múltiples niveles de juego adaptados a distintas etapas del desarrollo infantil, desde la manipulación libre hasta la creación simbólica. El diseño evolutivo de *Be buzzz* garantiza que el niño pueda interactuar con el juguete de forma progresiva, descubriendo nuevas posibilidades a medida que crece y adquiere nuevas habilidades.

Además, se ha logrado integrar valores esenciales como la sostenibilidad, mediante el uso de materiales naturales y certificados; la ergonomía, adaptando las dimensiones a las características antropométricas del público infantil; la seguridad, cumpliendo con las normativas europeas vigentes; y la estética, cuidando cada detalle visual para generar una experiencia de juego atractiva y significativa. Estos aspectos refuerzan el carácter responsable y consciente del diseño, alineado con los principios del diseño universal y ético. Además, el prototipo ha validado la funcionalidad del diseño y su capacidad para generar interés, exploración y aprendizaje en los usuarios.

En definitiva, el proyecto no solo ha cumplido con los objetivos técnicos y formales, sino que también ha demostrado cómo el diseño puede ser una herramienta transformadora en la educación infantil, recuperando el legado de Fröbel desde una mirada contemporánea.

9.2. Líneas futuras

De cara a futuras fases de desarrollo, se identifican varias líneas de mejora y expansión del proyecto. En primer lugar, se propone optimizar los procesos de fabricación para facilitar una producción más eficiente y sostenible. Esto incluye la exploración de nuevos materiales biodegradables o reciclados, así como la mejora de los sistemas de ensamblaje para reducir el uso de componentes no reutilizables. También se podría estudiar la posibilidad de incorporar tintas naturales o lavables con menor impacto ambiental.

En cuanto al diseño del producto, se plantea la posibilidad de seguir profundizando en la temática de los insectos mediante el desarrollo de nuevas colecciones que incluyan diferentes especies, como mariposas o abejas . Cada set mantendría piezas compatibles, lo que permitiría a los usuarios combinar elementos de distintas colecciones y obtener nuevas configuraciones de construcción y estampación. De este modo, se fomentaría un sistema de juego ampliable y progresivo, favoreciendo la creatividad y el descubrimiento constante a través de la suma de piezas.

Por otro lado, se contempla la ampliación del sistema de juego mediante nuevas colecciones temáticas que vayan más allá del mundo de los insectos. Por ejemplo, podrían desarrollarse sets inspirados en plantas, animales marinos o formas geométricas abstractas, manteniendo siempre la lógica de construcción y estampación. Esta diversificación permitiría enriquecer la experiencia del usuario y fomentar el coleccionismo, sin perder la coherencia pedagógica del proyecto.

Finalmente, se plantea la posibilidad de adaptar el juguete a contextos educativos más amplios, como aulas de infantil, centros de educación especial o espacios terapéuticos, desarrollando materiales complementarios que faciliten su integración en actividades didácticas guiadas.

10. Bibliografías

Libros.

Alemaný, Sandra (IBV), Busó, Pablo (AIJU). (2015, julio). *Guía de diseño ergonómico de productos para la infancia: PT 3 Generación de criterios de diseño ergonómico de productos infantiles*.

Birks, K. (2018). *Design for Children: Play, Ride, Learn, Eat, Create, Sit, Sleep*. Phaidon Press.

Britton, L. (2017). *Jugar y aprender con el método Montessori: Guía de actividades educativas desde los 2 a los 6 años*. Ediciones Paidós.

Brosterman, N. (1997). *Inventing Kindergarten*. Abradale Press.

D. Pedro de Alcántara García. (1879). *Manual Teórico - práctico de educación de párvulos según el método de los Jardines de la Infancia F. Froebe* [Imprenta del colegio nacional de sordo-mudos y de ciegos, calle de San Mateo, núm 5, Madrid.].

De Abajo Castrillo, B. (2012). *Separar, relacionar, configurar. tres estrategias extraídas de los juguetes de construcción para el aprendizaje del proyecto arquitectónico*.: Tesis Doctoral. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Edwar Wiebe. (1869). *The Paradise of Childhood Guide: A manual for self instruction in friedrich froebel's educational principles, and a practical.to kinder gartnetners*. [Milton Bradley & Company, Springfield, Mass.].

Eugene F. Provenzo, Jr. (2009). *American Journal of PLAY: Friedrich Froebel's gifts connecting the spiritual and aesthetic to the real world of play and learning* [Board of Trustees of the University of Illinois]

Fröbel, F. (1886). *La educación del hombre*.

Helmut Heiland. (1993). *FRIEDRICH FRÖBEL (1872-1852)*: Vol. XXIII, nos 3-4, [París, UNESCO: Oficina Internacional de Educación].

J. Abelardo Núñez. *La educación del hombre: Traducida del alemán por Don J. Abelardo Núñez*. (2003). [Biblioteca Virtual Universal]. Editorial del cardo.

Kraus-Boelté, M., & Kraus, J. (1877). *The Kindergarten Guide: An Illustrated Hand-book, Designed for the Self-instruction of Kindergartners, Mothers, and Nurses*.

Lange, A. (2020). *The Design of Childhood: How the Material World Shapes Independent Kids*. Bloomsbury Publishing.

Mª José Martínez Ruiz-Funes. (2013). *La cultura material y la educación infantil en España. El método Froebel (1850-1939)* [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.

Margaret E. Nuth. (1900). *Kindergarten Gift Plays*. J.Curwen and Sons Ltd.

Michael R. Thompson. (2024). *Friedrich Froebel and Milton Bradley an educational pioneer, an American publisher, and the birth of the kindergarten*. Rare Books, ABAA/ILAB 8242 W. 3rd Street, Suite 230 Los Angeles, CA 90048.

Michel Soëtaerd. (2013). *Padres y maestros: Grandes de la educación. Friedrich Fröbel (1782-1852)*.

Ronge, J., & Ronge, B. (1863). *A Practical Guide to the English Kinder-garten (children's Garden), for the Use of Mothers, Nursery Governesses and Infant Teachers: Being an Exposition of Froebel's System of Infant Training: Accompanied by a Great Variety of Instructive and Amusing Games and Industrial and Gymnastic Exercises, Also Numerous Songs Set to Music and Arranged to the Exercises*.

Scacchi, V. (2019). *Social and Conceptual Spaces, Froebelian Geographies: Resources of the Froebel Archive Collection at the University of Roehampton*.

Snap-Fit Joints for Plastics - A Design Guide. (s. f.). Bayer MaterialScience (412) 777-2000.

Tina Bruce CBE. (2023). *A Froebelian approach.: Empowering learning: play, symbols and creativity.* [Froebel Trust.]. ISBN: 978-1-7391277-2-5

Weston, P. (2000). *Friedrich Froebel: His Life, Times & Significance*.

Wiggin, K. D. S., & Smith, N. A. (1895). *Froebel's Gifts*.

Páginas web.

Admin, A. (2015, July 28). Bad Blankenburg – Froebel Decade. <http://www.froebeldecade.com/tag/bad-blankenbourg/>

Ankerstein Pädagogisches Lehrmittel Fröbelgaben-Set: 3, 4, 5, 6 - Spielgaben inkl. Vorlagenheft. (n.d.). Anker Bausteine. <https://anker-bausteine.de/en/froebelgaben-set-froebels-spielgaben-3-4-5-und-6-aus-ankersteinen-inkl.-vorlagenheft/0058823>

Ankerstein Systemspielzeug Grundkasten Nr. 4. (n.d.). Anker Bausteine. <https://anker-bausteine.de/en/grundkasten-nr-4/0058850>

Aprender jugando con los “regalos de Froebel.” (2018, April 13). ELMUNDO. <https://www.elmundo.es/vida-sana/familia-y-co/2018/04/13/5ac64343ca474103668b45d0.html>

Automotriz, I. Y. M. (2020, April 29). ¿Qué es Snap Fit, cual es su funcionamiento y cómo se diseñan? INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ. <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-snap-fit-cual-es-su-funcionamiento-y-como-se-disenan/>

Bennett, L. (2025, January 17). ¿Qué es el moldeo por inyección? Proceso, beneficios y consejos vitales. Rapiddirect. <https://www.rapiddirect.com/es/blog/what-is-injection-molding/>

Berger, M. (2025, May 15). Das Pestalozzi-Fröbel Haus - nifbe e.V. Nifbe e.V. <https://nifbe.de/fachbeitraege/das-pestalozzi-froebel-haus/>

Blanco, C. S. (2013). Tres modelos de espacios educativos y de materiales pedagógicos: infant schools, kindergarten y casas de los niños 1 Three models of educational spaces and pedagogical materials: infant schools, kindergarten and houses of the children. Universidad de Málaga. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4754486.pdf>

Bloques de corcho 40 piezas Fröbel-Korko. (n.d.). Veobio. <https://www.veobio.es/tienda/comprar-material-educativo-ecologico/4949-bloques-de-corcho-40-piezas-froebel-korko-5600762585248.html>

Brosterman, N. (n.d.). Fröbel and the Gifts of Kindergarten | Norman Brosterman. <https://www.cabinetmagazine.org/issues/9/brosterman.php>

Bultman, S. (n.d.). Froebel USA. <https://froebelusa.org/gift-play-day>

Carburo sólido. (n.d.). BIG DAISHOWA Inc. <https://www.bigdaishowa.com/es/productos/herramientas-de-corte/carburo-solido>

CEDRIA Lasures y barnices. (n.d.).
<https://www.cedria.es/index.asp?proces=madera&idtipo=2&idcons=2&lang=es>

Center for the Study of Child Care Employment. (2024, July 30). The Kindergarten Lessons We Never Learned - Center for the Study of Child Care Employment.
<https://cscce.berkeley.edu/publications/report/the-kindergarten-lessons-we-never-learned/>

Century of the Child: Growing By Design, 1900–2000 | MOMA. (n.d.). The Museum of Modern Art.
https://www.moma.org/calendar/exhibitions/1222?slideshow=5&slide_index=7

CMX 50 U - Fresado 5 ejes - DMG MORI Ibérica. (n.d.). DMG MORI Ibérica.
<https://es.dmgmori.com/productos/maquinas/fresado/fresado-de-5-ejes/cmx-u/cmx-50-u>

Coello, Z. (2024, July 17). Tipos de escarabajos - Imágenes y sus nombres. expertoanimal.com.
<https://www.expertoanimal.com/tipos-de-escarabajos-imagenes-y-sus-nombres-24470.html>

Creathur. (2025, May 16). Keilhauer Schriften. froebelweb.de.
<https://www.froebelweb.de/index.php/froebels-schaffen/keilhauer-schriften>

Designed by Andreas Fiedler. (n.d.). Museo Friedrich Fröbel - Friedrich Froebel. Thüringer Landesmuseum Heidecksburg. <https://froebel-museum.de/pages/en/friedrich-froebel.php?lang=EN>

Dimensiones Antropométricas De La Población Latinoamericana México, Cuba, Colombia, Chile: Free Download, Borrow, and Streaming: Internet Archive. (2021, 7 noviembre). Internet Archive.
<https://archive.org/details/dimensiones-antropometricas-de-la-poblacion-latinoamericana-mexico-cuba-colombia-chile/page/37/mode/1up?view=theater>

Friedman, M. (2018). “Falling into disuse”: the rise and fall of Froebelian mathematical folding within British kindergartens. *Paedagogica Historica*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/00309230.2018.1486441>

Friedrich Fröbel. (n.d.). <https://www.froebel.com.au/about-froebel/friedrich-froebel/>

Friedrich Froebel. (2025, July 9). <https://lastentarhamuseo.fi/en/history/friedrich-froebel/>

Froebel Gifts Gabe eunmul Spielgabe Frobel Kindergarten. (2024, March 25). Froebel Gifts.
<https://froebelgifts.com/>

Froebel Trus. (2023, September 5). Research highlights. Froebel Trust. <https://www.froebel.org.uk/our-research/research-highlights>

Gonzales, B. (2025, July 9). Cartón corrugado: tipos y usos en el embalaje. RAJA® Blog | Consejos De Embalaje, Logística Y Más. <https://www.rajapack.es/blog-es/carton-corrugado-tipos-usos-embalaje>

GmbH, S. (n.d.). Juego de movimiento | Léxico de redes sociales.
<https://www.socialnet.de/lexikon/Bewegungsspiel>

Images, I. a. B. (n.d.). Image from page 4 of “Bradley’s kindergarten material and school aids.” (1896). Flickr.
<https://www.flickr.com/photos/internetarchivebookimages/14589848129/>

Johnson, S. (2023, July 4). Frank Lloyd Wright: Form becomes Feeling - Crow’s Feet: Life as we Age - Medium. Medium. <https://medium.com/crows-feet/frank-lloyd-wright-froebel-blocks-toddler-geometry-94ab3ea78db7>

Kindergarten and the “Froebel’s Gifts” offering free play. (n.d.). <http://www.architectureofearlychildhood.com/2011/04/kindergarten-and-modernist-movement.html>

Kohlstedt, K. (2019, August 1). Froebel’s Gifts - 99% invisible. 99% Invisible. <https://99percentinvisible.org/episode/froebels-gifts/>

Leary, C. (2021, May 26). 12 unbelievable beetle species. Treehugger. <https://www.treehugger.com/unbelievable-beetle-species-4869049>

LeBlanc, M. (n.d.). Friedrich Froebel: His life and influence on education. https://www.communityplaythings.co.uk/learning-library/articles/friedrich-froebel?srsId=AfmBOoppCellzxxQ4agKzgeEZ8uoCLOGQ3Xm2qz-y_nj8hgLpDquSkbH

Lichtman, S. (2013). *Century of the Child: Growing by Design, 1900–2000*. Edited by Juliet Kinchin and Aidan O’Connor, New York: MOMA, 2012. 264 pp.; 425 ills. Cloth \$60. ISBN: 978-0-87070-826-8. West 86th, 20(1), 139-145. <https://doi.org/10.1086/670984>

LyondellBasell. (n.d.). Moplen. <https://www.lyondellbasell.com/en/products-technology/polymers/trade-name/moplen/>

Marken- und Manufakturgeschichte. (n.d.). Anker Bausteine. <https://anker-bausteine.de/en/staunen/marken-und-manufakturgeschichte/>

Medes, D. (2023, August 22). Operaciones de Mecanizado en Torno. Mecanizados Garrigues. <https://www.mecanizadosgarrigues.es/blog/operaciones-mecanizado-torno/>

Merrick, B. (2022, November 23). Friedrich Froebel. Early Education. <https://early-education.org.uk/friedrich-froebel/>

Motto. (2019, July 8). Barniz al agua ecológico decoración satinado. Titanlux. <https://www.titanlux.es/es/productos/producto/barniz-al-agua-ecologico-decoracion-satinado>

Museum, V. a. A. (n.d.). Gift No. 2 | Friedrich Froebel | V&A Explore the Collections. Victoria and Albert Museum: Explore the Collections. <https://collections.vam.ac.uk/item/O1124116/gift-no-2-learning-toy-friedrich-froebel/>

Noris-Color GmbH - FAQ. (n.d.). <https://www.noris-color.de/index.php?info=faq>

Para un buen comienzo en la vida. | Casa Pestalozzi-Froebel. (n.d.). Pestalozzi-Fröbel-Haus. <https://www.pfh-berlin.de/de>

Plastics, R., Nwmcadmin, & Nwmcadmin. (2025, March 28). Introduction to hot runner systems in injection molding. Rex Plastics. <https://rexplastics.com/plastic-injection-molding/introduction-hot-runner-systems-injection-molding/>

Prandi, E. (n.d.). Guarda All’origine della Sandbox | FAMagazine. Ricerche e progetti sull’architettura e la città. FAMagazine, Festival Dell’Architettura. <https://famagazine.it/index.php/famagazine/article/view/324/1261>

Red Hen Toys Books games Hard-to-Find educational materials. (n.d.). Red Hen Toys. <https://redhentoys.com/?srsId=AfmBOorgT7N1LYK-pmxxz1kN2BnxcChDt0OJCwS2pgNCqzc4oFZFAm6W>

Rivas, I. G. (2017). La difusión de la pedagogía del jardín infantil (Antecedentes de la educación inicial en Nicaragua). *Revista Humanismo y Cambio Social*, 30-47. <https://doi.org/10.5377/hcs.v0i6.3520>

Serisier, M. (2020, March 11). All about snap fits in product design. *Dienamics*. <https://dienamics.com.au/blog/all-about-snap-fits-in-products-design/>

Sherpa Product Certification. (2020, February 23). Marcado CE de Juguetes (TSD) - Sherpa Product Certification. Sherpa Product Certification -. <https://www.sherpa-certification.com/marcado-ce/juguetes-tds>

Staff, W., & Staff, W. (2020, November 19). ¿Qué es un CNC de 5 ejes? *Weerg*. <https://www.weerg.com/es/guias/que-es-un-cnc-de-5-ejes>

Sucesión de Fibonacci – Jardín de lφs matemáticφs. (n.d.). <https://www2.ual.es/jardinmatema/sucesion-de-fibonacci/>

Tariq, R. (2024, December 13). Spielgaben Toy. *Spielgaben*. <https://spielgaben.com/spielgaben-toy/>

The Institute for Figuring // Exhibition:INVENTING KINDERGARTEN. (n.d.). Copyright © 2005, the Institute for Figuring. <https://theiff.org/oexhibits/kindy02.html#>

The Institute for Figuring // The Twenty Gifts. (n.d.). Copyright © 2005, the Institute for Figuring. https://theiff.org/gallery/06_gifts.html

The Kindergarten Guide, an illustrated hand-book, designed for the self-instruction of kindergartners, mothers, and nurses - Google Play. (n.d.). <https://play.google.com/books/reader?id=EEYBAAAYAAJ&pg=GBS.RA2-PA10&hl=es>

The Project Gutenberg eBook of Froebel's Gifts, by Kate Douglas Wiggin and Nora Archibald Smith. (n.d.). https://www.gutenberg.org/files/31097/31097-h/31097-h.htm#FROEBELS_EIGHTH_GIFT

The Strong National Museum of Play. (2024, November 12). Inducted Toys - the strong National Museum of Play. <https://www.museumofplay.org/exhibits/toy-hall-of-fame/inducted-toys/>

Thermolast® k | kraiburg tpe. (n.d.). <https://www.kraiburg-tpe.com/es/thermolast-k>

TRODAT.CAT. (n.d.). Almohadilla para sello autoentintado IMPRINT 11. https://www.trodat.cat/es/imprint/664-3254-almohadilla-para-imprint-11.html#/127-color_tinta-sin_entintar_de_fieltro

Universidad Autónoma de Nuevo León. (n.d.). <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080097480/1080097480.html>

User, S. (n.d.). La sucesión de Fibonacci en el diseño. *EADE*. <https://www.eade.es/blog/186-la-sucesion-de-fibonacci-en-el-diseno>

Wang, M. (2025, June 23). Design Guide for Snap-Fits | Product Design Series. *Primer Molde*. <https://firstmold.com/es/tips/snap-fits/>

Web, F. (n.d.). Milton Bradley. © 1998-2004 Froebel Web. <https://www.froebelweb.org/web2029.html>

Wertheim, M. (2017, March 4). El asombroso, revolucionario y olvidado pasado del kindergarten. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39142291>

FUENTES DE FIGURAS

Figura 1. Friedrich Fröbel (<https://froebelgifts.com/froebel-philosophy.php>)

Figura 2. Jardín de Infancia Fröbel en Bad Blankenburg.
(https://www.wikiwand.com/es/articles/Friedrich_Frobel)

Figura 3. Diagrama del método Fröbel, NATUR (Naturaleza), GOTT (Dios) y MENSCHHEIT (Humanidad).
(<https://www.socialnet.de/files/materialien/attach/1102.jpg>)

Figura 4. Descripción de los Dones. (<https://flashbak.com/friedrich-froebel-play-gifts-taught-children-to-understand-the-world-in-three-dimensions-1838-459931/>)

Figura 5. Artículo sobre el Kindergarten del Boston Globe, 1876
(<https://thewestendmuseum.org/history/era/immigrant-neighborhood/elizabeth-peabodys-kindergarten/>)

Figura 6. Profesora en un jardín de infancia. (<https://planlea.edu.do/wp-content/uploads/2017/06/kinder.jpg>)

Figura 7. Anuncio de la "Pestalozzi-Fröbel-Haus en la revista «Kindergarten» (<https://nifbe.de/fachbeitraege/das-pestalozzi-froebel-haus/>).

Figura 8. Kindergarten gratuito para niños afroamericanos, Nueva York, 1901.
(https://eai4gmpaxt.exactdn.com/wp-content/uploads/2022/08/1901_FKACCNY-e1660851897653.jpg?strip=all&lossy=1&ssl=1)

Figura 9. Baile de niños y niñas del kindergarten gratuito de Nueva York, 1879. Frank Leslie's Illustrated Newspaper, Granger
(<https://cscce.berkeley.edu/publications/report/the-kindergarten-lessons-we-never-learned/>) .

Figura 10. Niños en el Kindergarten. 1899-1900
(<https://www.moma.org/collection/works/57078>)

Figura 11. Clase de primaria estudiando las plantas. Escuela Whittier. 1899-1900
(<https://www.moma.org/collection/works/57079>)

Figura 12. Dones de Fröbel. (Inventing Kindergarten, Brosterman, Norman)

Figura 13. Ocupaciones de Fröbel. (Inventing Kindergarten, Brosterman, Norman)

Figura 14. Primer jardín de infancia en una escuela pública de Estados Unidos
(<http://www.carondelethistory.org/home2-1.html>)

Figura 15. Don nº 1 de Fröbel: Bolas de hilo.
(https://redhentoys.com/cdn/shop/products/yarn-balls-in-the-box_750x.jpg?v=1625143738)

Figura 16. Exposición del MoMa "Taking a Thread for a Walk"
(https://www.moma.org/calendar/exhibitions/5101/installation_images/43373)

Figura 17. Don nº 2 de Fröbel. En uso (<https://redhentoys.com/products/froebel-gifts-blocks-gift-2>).

Figura 18. Don nº 2 de Fröbel:
(https://www.moma.org/calendar/exhibitions/1222?slideshow=5&slide_index=7)

Figura 19 . Guía del Don nº2 (Ronge, J., & Ronge, B. (1858). *Practical guide English kindergarten*. London: Hodson and Son.)

Figura 20. Don nº 3 de Fröbel.
(<https://framemark.vam.ac.uk/collections/2010ED1346/full/1400,/0/default.jpg>)

Figura 21. Don nº 4 de Fröbel. (<https://collections.vam.ac.uk/item/O1124114/gift-no-4-learning-toy-friedrich-froebel/>)

Figura 22. Dones de construcción. (Archivo de imágenes del Friedrich-Fröbel-Museum Bad Blankenburg)

Figura 23. Don nº 5 de Fröbel: Prismas rectangulares
(<https://collections.vam.ac.uk/item/O1124113/gift-no-5-learning-toy-friedrich-froebel/?carousel-image=2010ED1003>)

Figura 24. Don nº 6 de Fröbel: Prismas triangulares
(<https://framemark.vam.ac.uk/collections/2010ED1677/full/1400,/0/default.jpg>)

Figura 25. Don nº 7 de Fröbel: Figuras geométricas planas
(<https://www.froebelgifts.com/gift-7>)

Figura 26. Dones lineales. (Inventing Kindergarten, Brosterman, Norman)

Figura 27. Don nº 8 de Fröbel: Dones lineales.
(https://static.betzold.de/main_desktop/E_765592_t.jpg)

Figura 28. Don nº 9 de Fröbel: Dones lineales. (<https://www.froebelgifts.com/gift-8>)

Figura 29. Don nº 15 de Fröbel: Los listones. (https://theiff.org/gallery/06_gifts.html)

Figura 30. Ocupación nº 17 de Fröbel: Entrelazado de tiras de papel.

(https://theiff.org/gallery/06_gifts.html#)

Figura 31. Ocupación nº11: Perforaciones de papel. (Inventing Kindergarten, Brosterman, Norman)

Figura 32. Ocupación nº12: Costura. (Inventing Kindergarten, Brosterman, Norman)

Figura 33. Ocupación nº 18 de Fröbel: Doblado de tiras de papel

(<https://www.moma.org/collection/works/145087>).

Figura 34. Ocupación nº 14: Tejer con papel. (Inventing Kindergarten, Brosterman, Norman)

Figura 35. Ocupación nº 19 de Fröbel: (Inventing Kindergarten, Brosterman, Norman)

Figura 36. Ocupación nº 20 de Fröbel: (<https://www.moma.org/collection/works/162482>)

Figura 37. La Composición 8 de Wasily Kandinsky de 1923, recreada con los dones del jardín de infancia número 7 (parquet de papel), 8 (palos), 9 (anillos), 14 (tejido), 15 (listones) y 16 (listones articulados).

(https://www.cabinetmagazine.org/issues/9/cabinet_009_brosterman_norman_002.jpg)

Figura 38. Don 19: Trabajo con guisantes. MoMA Lawrence Benenson

(<https://www.moma.org/calendar/events/3134>)

Figura 39. Logo de FSC, Forest Stewardship Council (<https://es.fsc.org/es-es/visibilidad-fsc/etiquetas-fsc>)

Figura 40. LEGO® Education: Set de Expansión SPIKE™ Prime (<https://www.lego.com/es-es/product/lego-education-spike-prime-expansion-set-45681>)

Figura 41. Muñeca caucásica con vitiligo de Miniland.

(<https://minilandgroup.com/educational/es/mu-eca-vitiligo-38cmmyfriends/>)

Figura 42. Explorer Set de Modu. (<https://modutoy.com/products/explorer-set?variant=40047812640823>)

Figura 43. Juguete Grundkasten Nr. 4 de Richter, Alemania. (<https://anker-bausteine.de/en/grundkasten-nr.-4/0058850>)

Figura 44. Niños jugando con Grundkasten Nr. 4. (https://anker-bausteine.de/media/c1/86/b6/1704719108/Voice%20Over.00_00_06_52.Standbild004.jpg)

Figura 45. Juego de Bolas Fröbel (<https://www.hoptoys.es/motricidad-fina/juego-de-bolas-frobel-p-14708.html>).

Figura 46. Bloques de corcho 40 piezas Fröbel-Korko. (https://www.veobio.es/41823-large_default/bloques-de-corcho-40-piezas-froebel-korko.jpg)

Figura 47. Niños jugando con Fröbel-Korko. (https://www.veobio.es/40541-large_default/bloques-de-corcho-40-piezas-froebel-korko.jpg)

Figura 48. Tinkertoy 1914. (<https://www.madeinchicagomuseum.com/single-post/tinkertoy/>)⁶⁰

Figura 49. Tinkertoy Wonder Builder Set, 1930
(<https://www.madeinchicagomuseum.com/single-post/tinkertoy/>)

Figura 50. Tinkertoy Retro (https://www.amazon.com/KNEX-TINKERTOY-Retro-Building-Collectible/dp/B06XKJPQVR?ref_=ast_sto_dp)

Figura 51. Juguete Start (<https://gamesbysmart.com/en/start.html>)

Figura 52. El Balancín de Picopao. (<https://www.picopao.com/wp-content/uploads/2022/09/el-balancin.webp>)

Figura 53. Moziblox de Hop Toys. (https://www.hoptoys.es/49884-tm_thickbox_default/moziblox.jpg)

Figura 54. Weplay Beanstal. (<https://www.weplay.com.tw/public/files/product/thumb/B6bba45f641b05b76a6.jpg>)⁶⁵

Figura 55. Matriz DAFO. (Elaboración propia).

Figura 56. Longitud de la palma de la mano (1), anchura de la palma (2) y diámetro de empuñadura (3). (<https://archive.org/details/dimensiones-antropometricas-de-la-poblacion-latinoamericana-mexico-cuba-colombia-chile/page/37/mode/1up>)

Figura 57. Cilindro para partes pequeñas, (extraído de la Figura 18 de la norma UNE-EN 71).

Figura 58. MoodBoard . (Elaboración propia)

Figura 59. Niños en la naturaleza.
(<https://www.communityplaythings.com/resources/articles/how-is-nature-therapeutic>)

Figura 60. Bocetos primera propuesta (Elaboración propia)

Figura 61. Bocetos segunda propuesta. (Elaboración propia)

Figura 62. Bocetos iniciales. (Elaboración propia)

Figura 63. Be buzzz, caja abierta. (Elaboración propia)

Figura 64. Diversos tipos de insectos. (<https://www.pexels.com/es-es/foto/tomar-el-sol-30321495/> <https://www.pexels.com/es-es/foto/fotografia-en-primer-plano-de-green-bug-2339340/> <https://www.pexels.com/es-es/foto/naturaleza-insecto-escarabajo-beetle-7624149/> <https://www.pexels.com/es-es/foto/31396881/> <https://www.pexels.com/es-es/foto/azul-animal-hoja-efecto-desenfocado-7817551/>)

Figura 65. Manipulación libre. (Elaboración propia)

Figura 66. Ejemplo de Construcción básica. (Elaboración propia)

Figura 67. División de piezas. (Elaboración propia)

Figura 68. Asociación lógica. (Elaboración propia)

Figura 69. Estampación guiada. (Elaboración propia.)

Figura 70. Estampación libre. (Elaboración propia)

Figura 71. Sucesión de Fibonacci. (Elaboración propia)

Figura 72. Concha marina. Sucesión de Fibonacci. (<https://www.pexels.com/es-es/foto/naturaleza-planta-hojas-verde-18905858/>)

Figura 73. Planta. Sucesión de Fibonacci. (<https://www.pexels.com/es-es/foto/naturaleza-planta-hojas-verde-18905858/>)

Figura 74. Escaleras. Sucesión de Fibonacci. (<https://www.pexels.com/es-es/foto/escaleras-blanco-y-negro-escalera-espinal-14680273/>)

Figura 75. Proceso de creación de la retícula. (Elaboración propia)

Figura 76. Retícula con la Secuencia de Fibonacci. (Elaboración propia)

Figura 77. Búsqueda formal, piezas descartadas. (Elaboración propia)

Figura 78. Formas de las Alas. (Elaboración propia).

Figura 79. Formas del Cuerpo. (Elaboración propia)

Figura 80. Formas de la Cabeza. (Elaboración propia)

Figura 81. Formas de las Patas. (Elaboración propia)

- Figura 82. Formas de las Antenas. (Elaboración propia)
- Figura 83. Cuatro tipos de piezas. (Elaboración propia)
- Figura 84. Pieza de madera separada. (Elaboración propia).
- Figura 85. Piezas con relieve, sellos. (Elaboración propia)
- Figura 86. Piezas complementarias. (Elaboración propia).
- Figura 87. Combinaciones de piezas. (Elaboración propia)
- Figura 89. Base del sello sobresale de la pieza de madera. (Elaboración propia).
- Figura 88. Sección de la pieza cubica, con hueco para introducir la pieza del sello (Elaboración propia)
- Figura 90. Prismas rectangulares abiertos. (Elaboración propia).
- Figura 91. Prismas triangulares abiertos. (Elaboración propia).
- Figura 92. Cilindros abiertos. (Elaboración propia).
- Figura 93. Cubos abiertos. (Elaboración propia).
- Figura 94. Envase para tintas. (Elaboración propia)
- Figura 95. Sección de la unión de las piezas. (Elaboración propia).
- Figura 96. Snap-fit. Bayer Material Science ("Snap-Fit Joints for Plastics" de Bayer Material Science)
- Figura 97. Snap Fit acotado. (Elaboración Propia.)
- Figura 98. Snap Fit en la pieza Cúbica y Prisma Rectangular. (Elaboración Propia).
- Figura 99. Snap Fit sección pieza cilíndrica. (Elaboración Propia).
- Figura 100. Snap Fit pieza cilíndrica. (Elaboración Propia).
- Figura 101. Snap Fit y Pestaña pieza prismas triangulares. (Elaboración Propia)..
- Figura 102. Embalaje de "Be buzzz" (Elaboración Propia).
- Figura 103. Expositor de Mariposas
(<https://eu.gainesville.com/story/news/2004/08/13/exhibit-takes-flight/31673841007/>).
- Figura 104. Embalaje abierto Be buzzz. (Elaboración Propia)
- Figura 105. Funda exterior desplegada. (Elaboración Propia)

Figura 106. Desarrollo del embalaje. (Elaboración Propia)

Figura 107. Guía visual del fondo del embalaje. (Elaboración Propia)

Figura 108. manual. (Elaboración Propia)

Figura 109. Logotipo del producto. (Elaboración Propia).

Figura 110. Tipografía Alte Haas Grotesk Bold y Regular. (Elaboración Propia)

Figura 111. Paleta cromática de Be buzzz. (Elaboración Propia)

Figura 112. Plancha de madera de haya. Servei Estació.

(https://serveiestacio.com/es/plancha-de-madera-haya.html#item_1)

Figura 113. Barniz al Agua Ecológico Decoración Satinado de TITANLUX.

(<https://www.titanlux.es/es/productos/producto/barniz-al-agua-ecologico-decoracion-satinado>)

Figura 114. Etiquetas y Certificados de TITANLUX

(<https://www.titanlux.es/es/productos/producto/barniz-al-agua-ecologico-decoracion-satinado>)

Figura 115. Bio-based TPE de Kraiburg TPE. (<https://www.kraiburg-tpe.com/es/bio-based-tpe>)

Figura 116. Polipropileno (<https://plasticosmonterrey.com/producto/polipropileno-de-inyeccion/>)

Figura 117. Almohadilla entintada de Noris-Color GmbH

(https://www.stampadinks.com/cache/ffa025cb70d9fcc90e28292cfece72bc_w537_h383.jpg)

Figura 118. Papel reciclado (https://www.stp.de/fileadmin/_processed_/e/f/csm_SteinbeisPapier_Steinbeis_Color_Box_OffWhite_RGB_33b0f81e0c.jpg).

Figura 119. Elementos del Cartón Corrugado (<https://www.empaquesycajas.com/que-es-la-flauta-en-el-carton-corrugado/>) .

Figura 120. Cartón Corrugado (<https://servimerc.com.mx/products/carton-corrugado-12432-cara-blanca-76x102-cm>)

Figura 121. Sierra circular. (<https://www.manomano.es/consejos/como-elegir-una-sierra-de-mesa-5643>)

Figura 122. Máquina CNC de 5 ejes. (

https://es.dmgmori.com/resource/image/19620/product_picture/xlg/9/cmx-50-u-product-picture.webp)

Figura 123. Fresa de carburo sólido. BIG DAISHOWA.

(https://www.bigdaishowa.com/sites/default/files/styles/product_carousel/public/images/products/2017-08/42000-slider.png?itok=wCiCUlgG)

Figura 124. Pistolas de pulverización HVLP.

(<https://www.comercturro.com/tiendaonline/documentos/productos/pistola-gravedad-hvlp-profesional-0w09g.jpg>)

Figura 125. Molde de Canal Caliente. (<https://rexplastics.com/wp-content/uploads/2019/08/iStock-942734514.jpg>)

Figura 126. Máquina de moldeo por inyección.

(<https://www.elastomer.kuraray.com/es/blog/injection-molding/>)

Figura 127. Primer contacto: sacar las piezas. (Elaboración Propia)

Figura 128. Primer contacto. Elaboración Propia. (Elaboración Propia)

Figura 129. Fase de manipulación. (Elaboración Propia)

Figura 131. Caída de una torre. (Elaboración Propia)

Figura 130. Agrupación por formas. (Elaboración Propia).

Figura 132. Simulación de estampación. (Elaboración Propia)

Figura 133. Desmontaje del prisma triangular. (Elaboración Propia)

Figura 134. Unión pieza cilíndrica (Elaboración Propia).

Figura 136. Presión para crear sello. (Elaboración Propia)

Figura 135. Gesto de coger pinta. (Elaboración Propia)

Figura 137. Ordenado de las piezas. (Elaboración Propia)

Figura 138. Guardado del juguete. (Elaboración Propia)

Figura 139. Imagen de producto 2. (Elaboración Propia)

Figura 140. Imagen de producto 1. (Elaboración Propia)

Figura 141. Imagen del producto 3. (Elaboración Propia)

PLANOS



ÍNDICE DE PLANOS

CONJUNTO

1. Conjunto prisma rectangular 01	164
2. Conjunto prisma rectangular 02.....	165
3. Conjunto prisma rectangular 03.....	166
4. Conjunto cubo 01	167
5. Conjunto cubo 02	168
6. Conjunto cubo 03	169
7. Conjunto cubo 04	170
8. Conjunto cilindro 01	171
9. Conjunto cilindro 02.....	172
10. Conjunto cilindro 03.....	173
11. Conjunto prisma triangular 01	174
12. Conjunto prisma triangular 02.....	175
13. Conjunto prisma triangular 03.....	176
14. Conjunto prisma triangular 04.....	177

PIEZAS MADERA

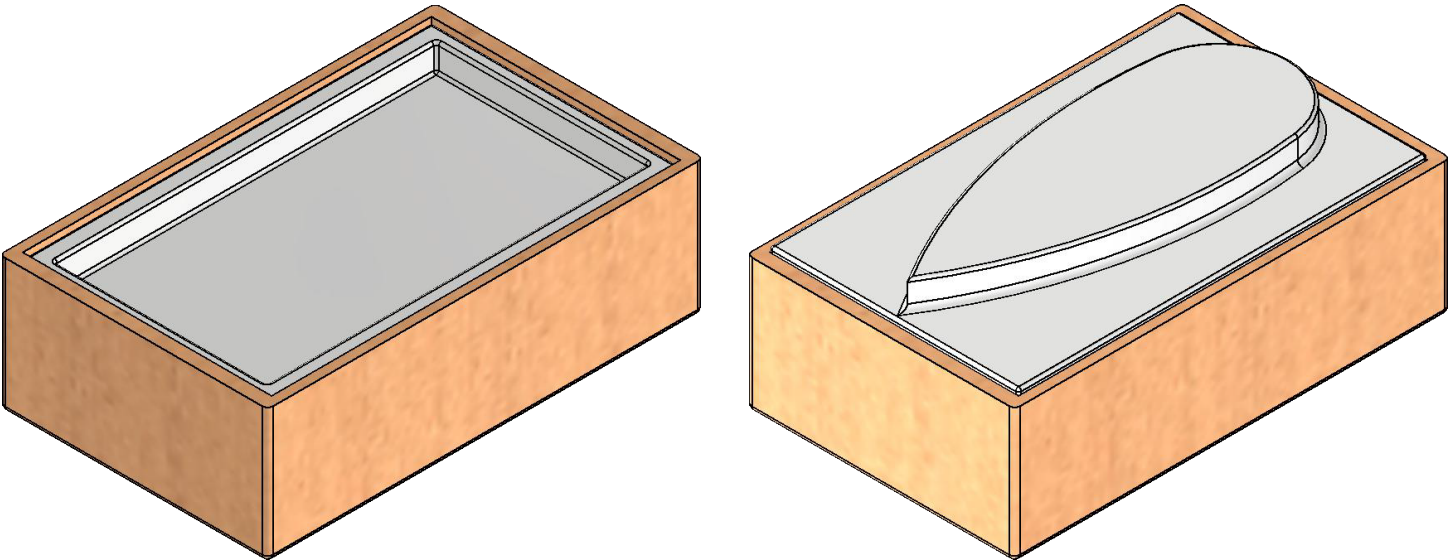
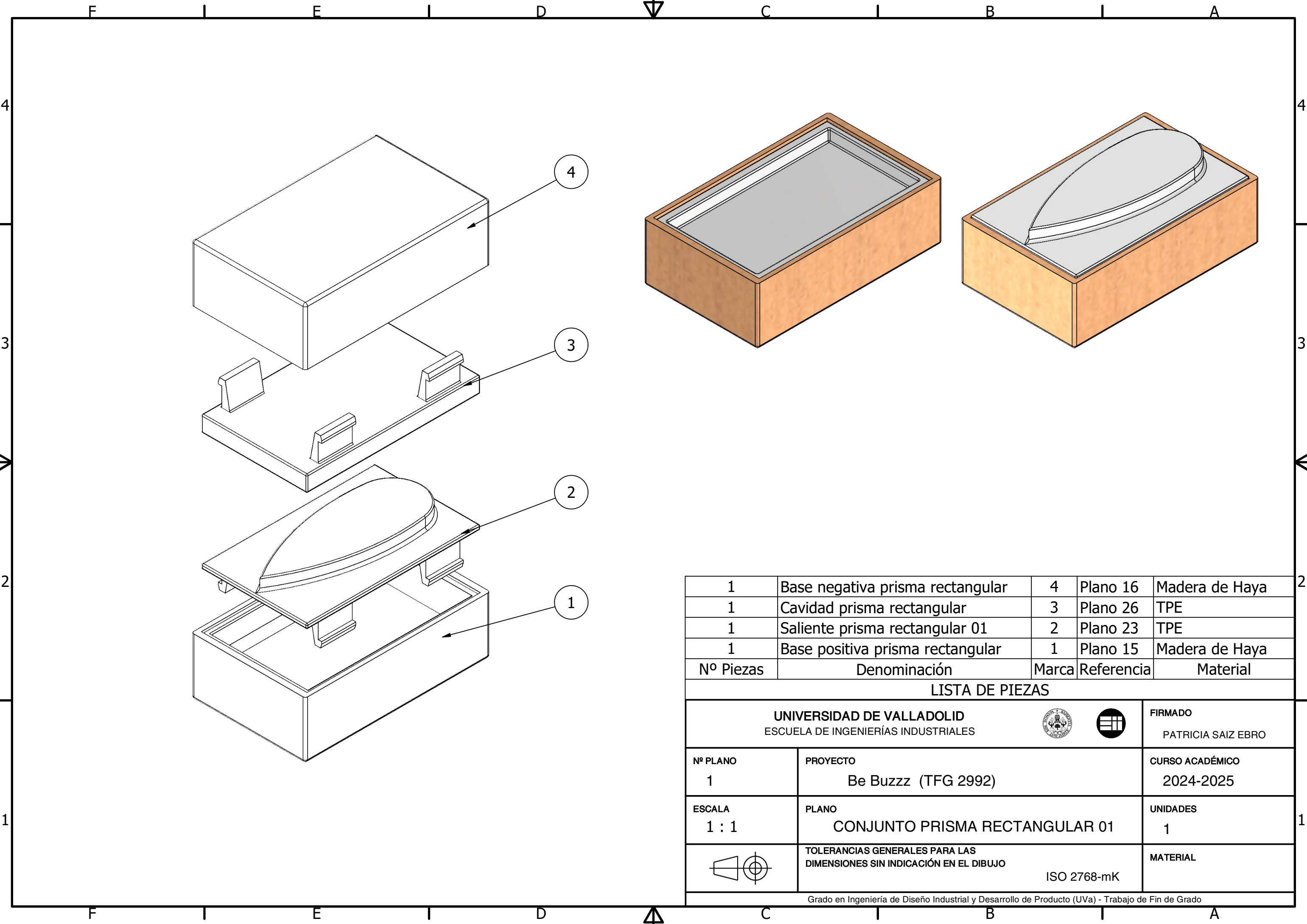
15. Base positiva prisma rectangular.....	178
16. Base negativa prisma rectangular.....	179
17. Base positiva cúbica.....	180
18. Base negativa cúbica.....	181
19. Base positiva cilíndrica	182
20. Base negativa cilíndrica	183
21. Base positiva prismática triangular	184
22. Base negativa prismática triangular	185

PIEZAS TPE

23. Saliente prisma rectangular 01.....	186
24. Saliente prisma rectangular 02.....	187
25. Saliente prisma rectangular 03.....	188
26. Cavidad prisma rectangular	189
27. Saliente cúbico 01	190
28. Saliente cúbico 02	191
29. Saliente cúbico 03	192
30. Saliente cúbico 04	193
31. Cavidad cúbica	194
32. Saliente cilíndrico 01	195
33. Saliente cilíndrico 02.....	196
34. Saliente cilíndrico 03.....	197
35. Cavidad cilíndrica	198
36. Saliente prismático triangular 01	199
37. Saliente prismático triangular 02.....	200
38. Saliente prismático triangular 03.....	201
39. Saliente prismático triangular 04.....	202
40. Cavidad prismática triangular	203

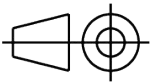
ENVASE TINTA

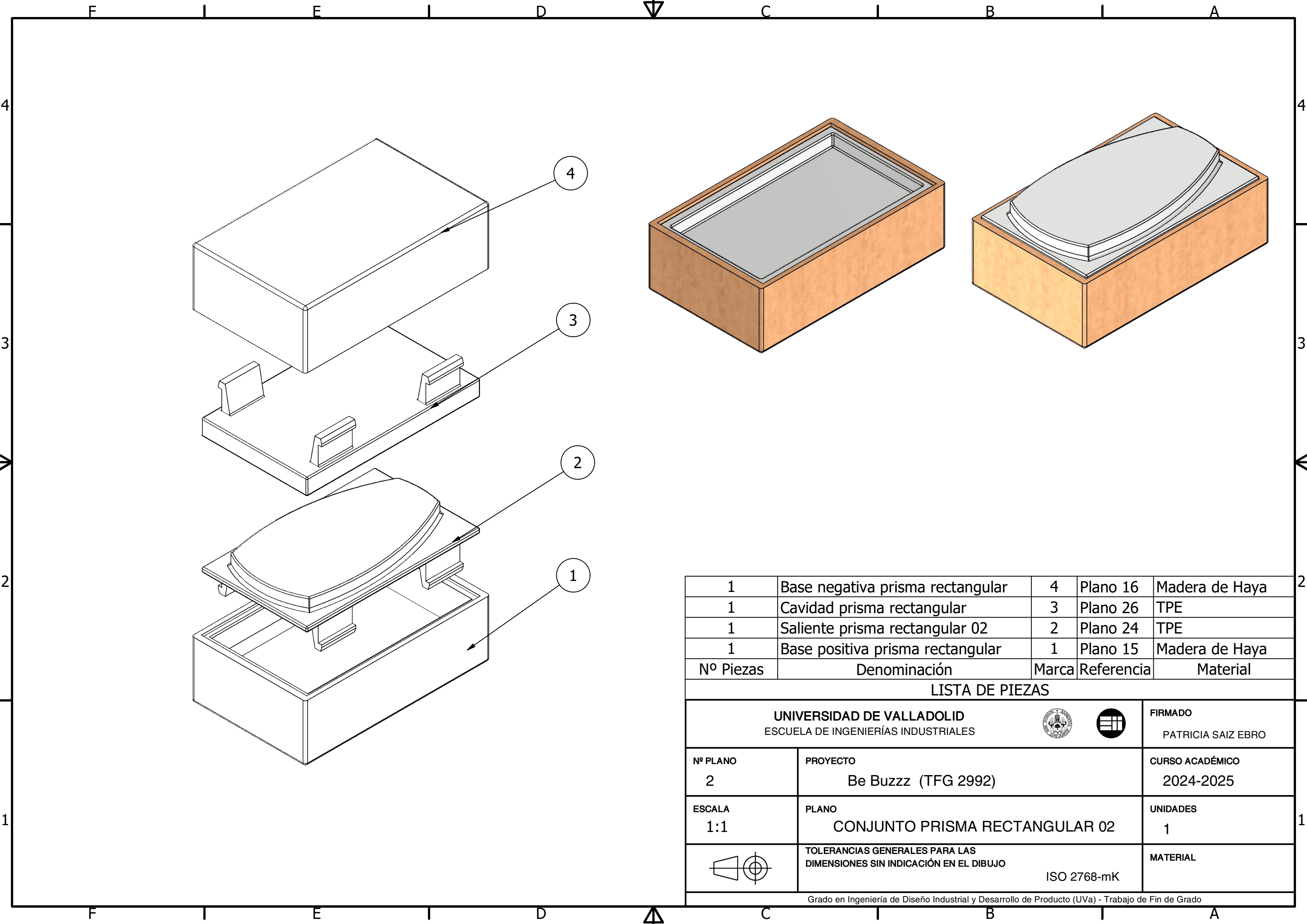
41. Cuerpo recipiente tinta.....	204
42. Recipiente tinta.....	205
43. Cuerpo recipiente tinta	206
44. Almohadilla	207

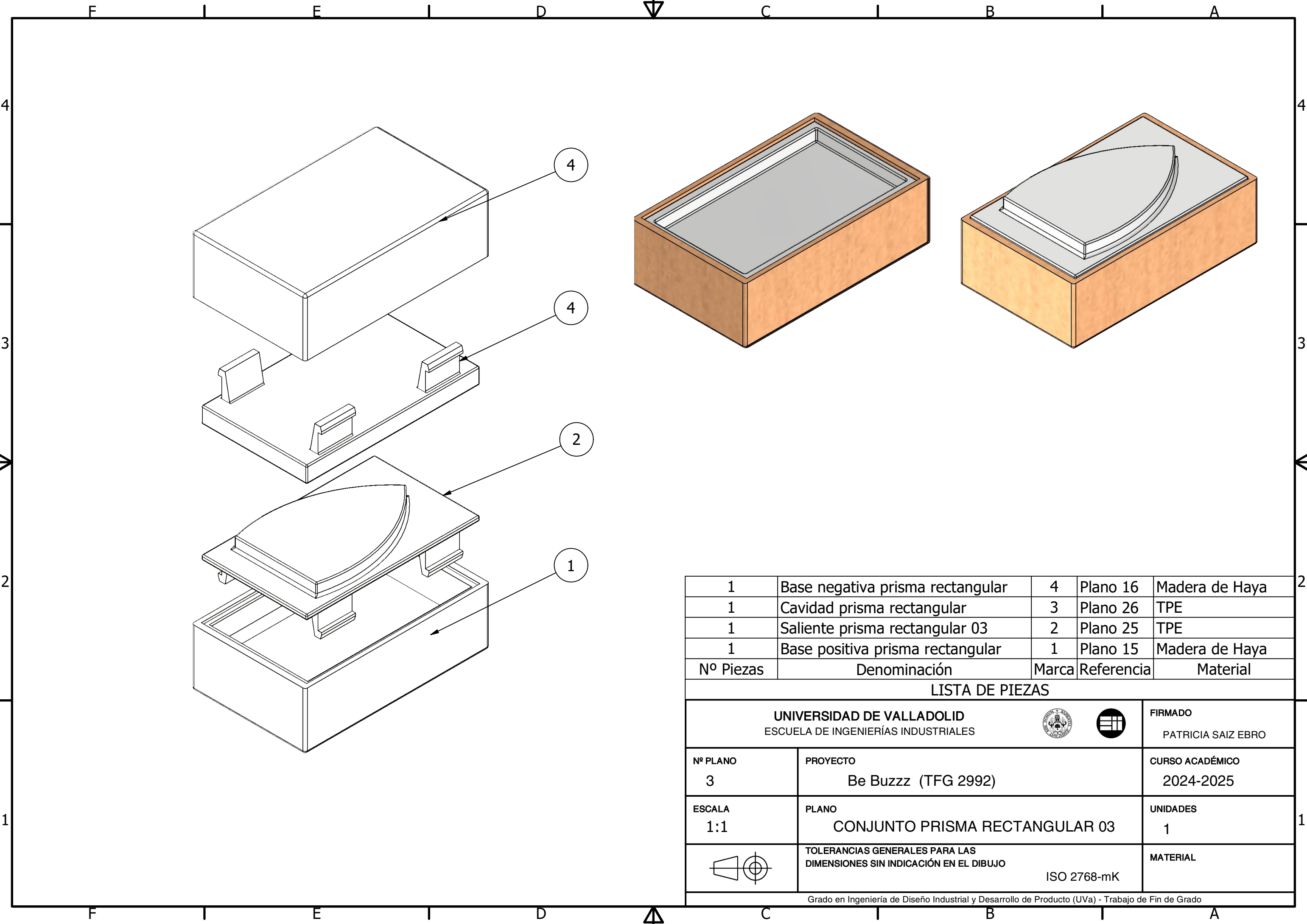


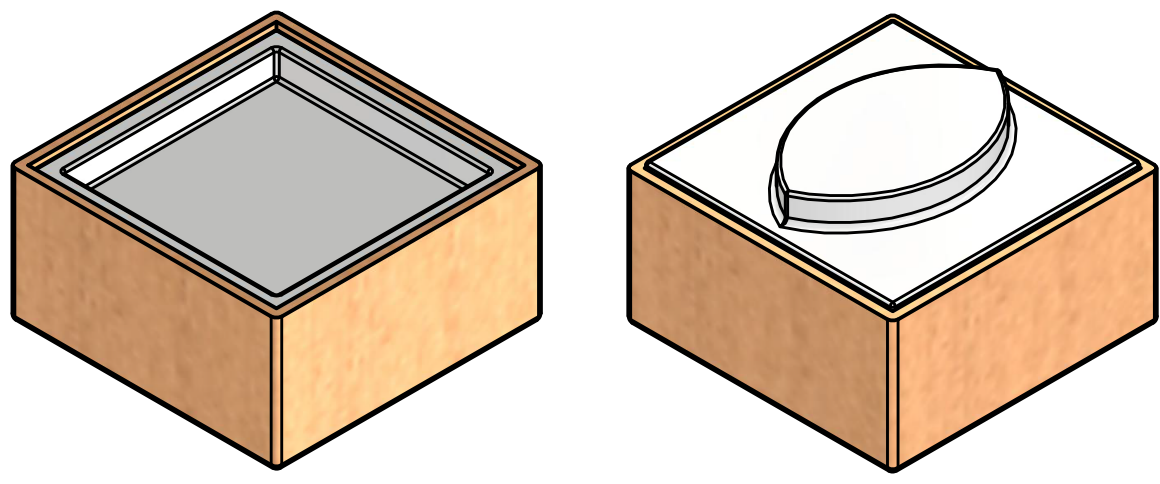
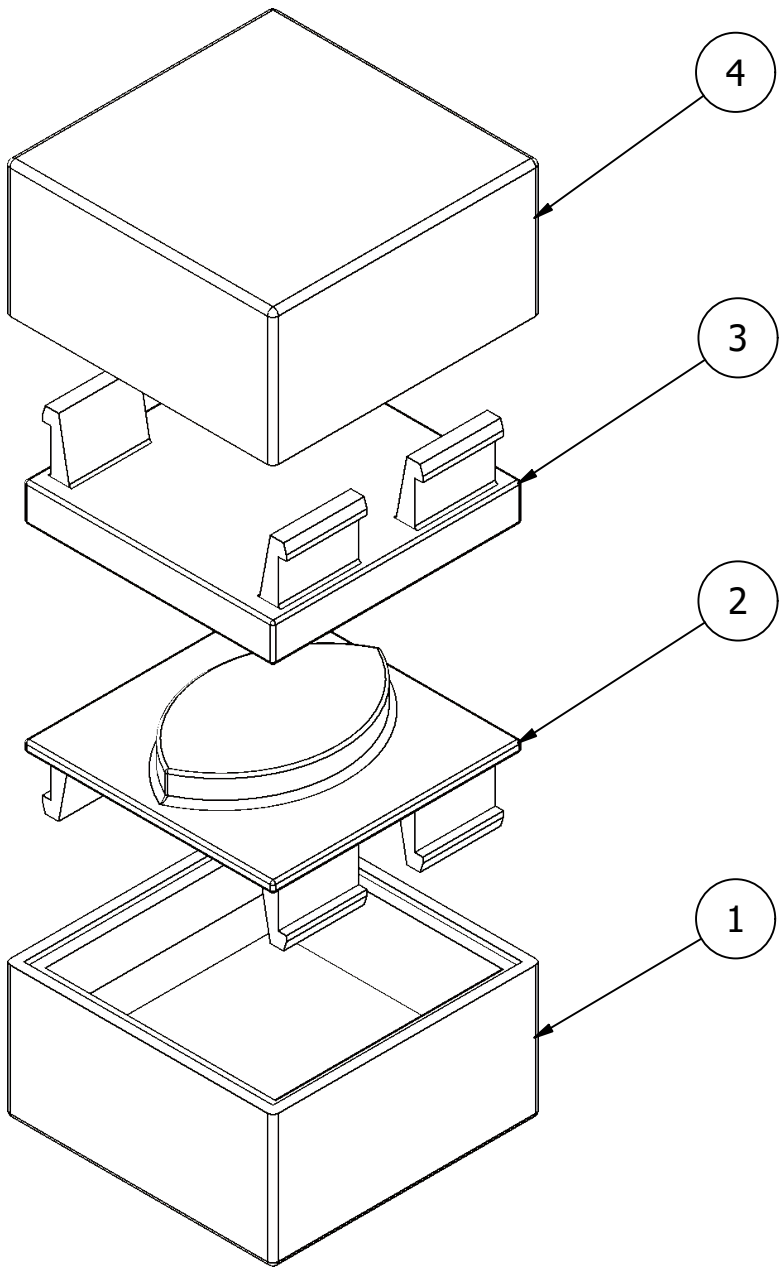
1	Base negativa prisma rectangular	4	Plano 16	Madera de Haya
1	Cavidad prisma rectangular	3	Plano 26	TPE
1	Saliente prisma rectangular 01	2	Plano 23	TPE
1	Base positiva prisma rectangular	1	Plano 15	Madera de Haya
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

LISTA DE PIEZAS

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES					FIRMADO PATRICIA SAIZ EBRO
Nº PLANO 1	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)			CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO CONJUNTO PRISMA RECTANGULAR 01			UNIDADES 1	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK			MATERIAL	

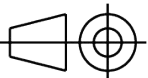


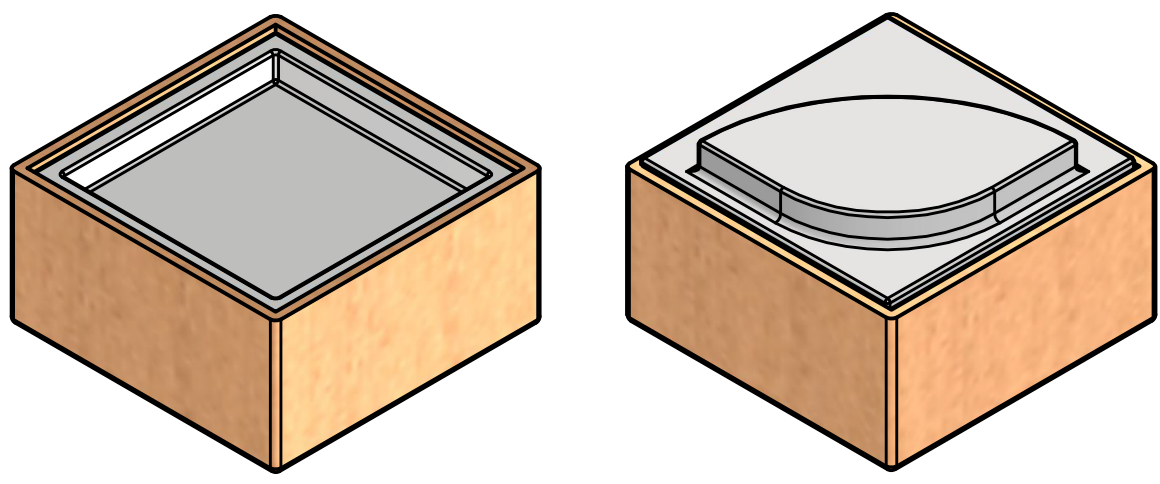
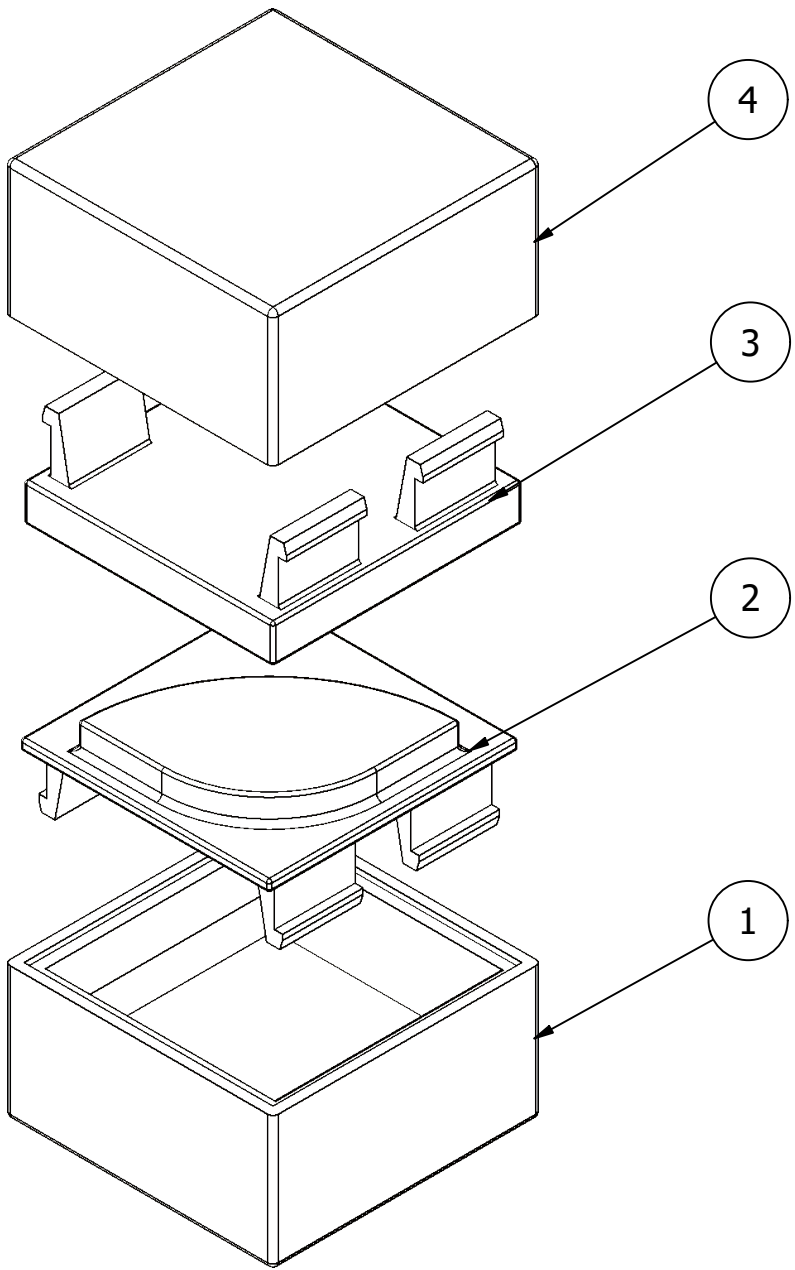




1	Base negativa cúbica	4	Plano 18	Madera de Haya
1	Cavidad cúbica	3	Plano 31	TPE
1	Saliente cúbico 01	2	Plano 27	TPE
1	Base positiva cúbica	1	Plano 17	Madera de Haya
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

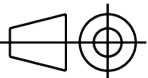
LISTA DE PIEZAS

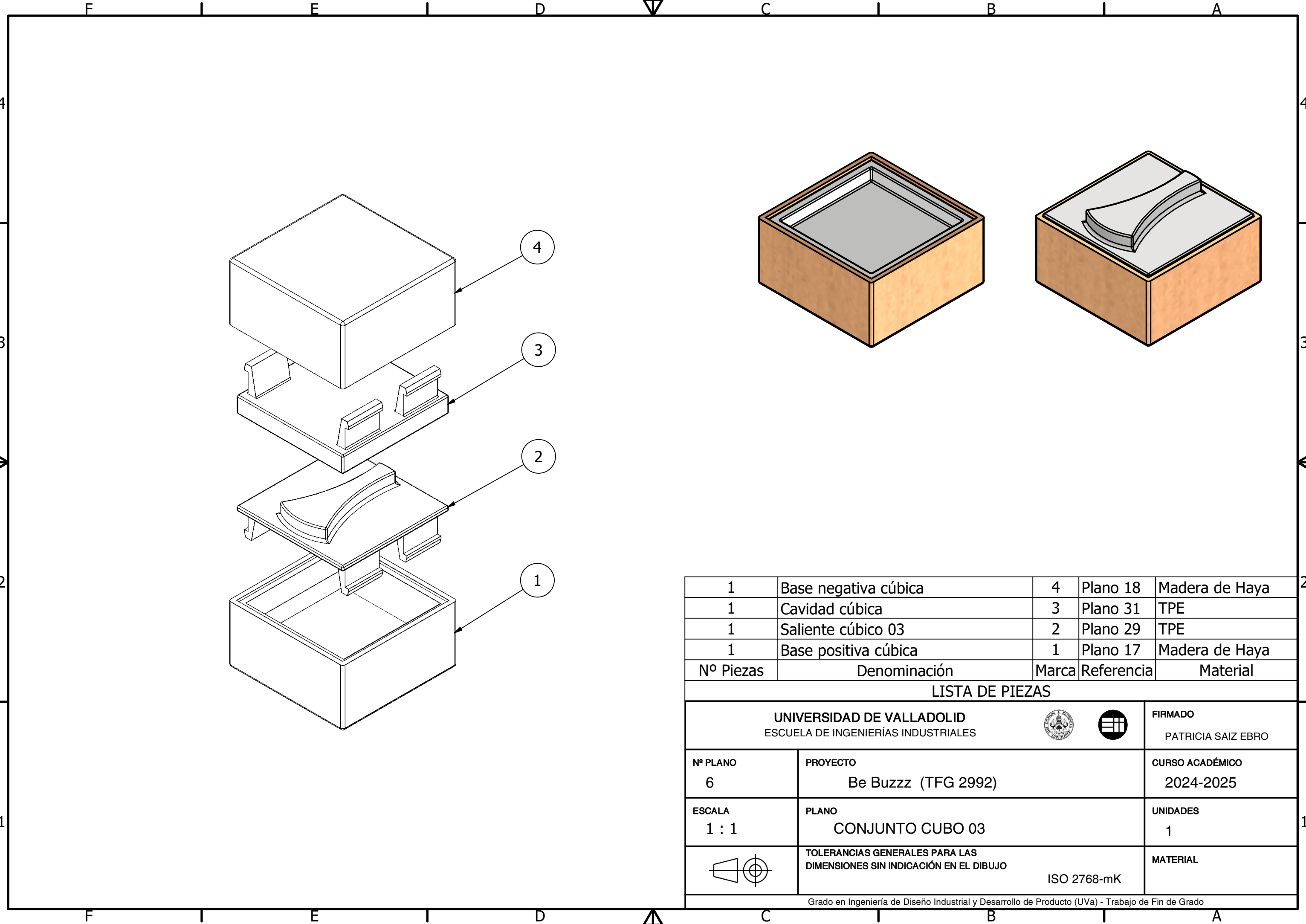
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			 		FIRMADO PATRICIA SAIZ EBRO
Nº PLANO 4	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)			CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO CONJUNTO CUBO 01			UNIDADES 1	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK			MATERIAL	



1	Base negativa cúbica	4	Plano 18	Madera de Haya
1	Cavidad cúbica	3	Plano 31	TPE
1	Saliente cúbico 02	2	Plano 28	TPE
1	Base positiva cúbica	1	Plano 17	Madera de Haya
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

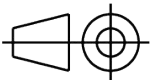
LISTA DE PIEZAS

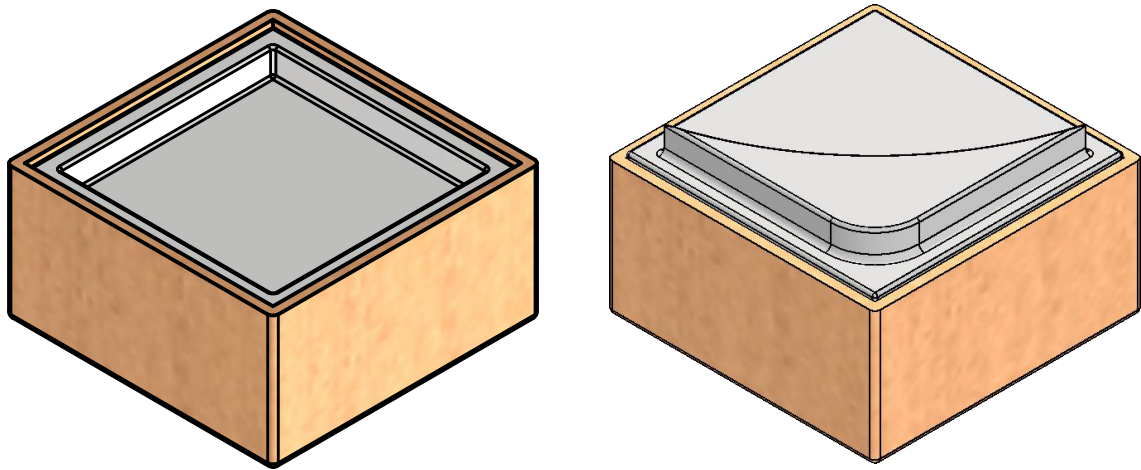
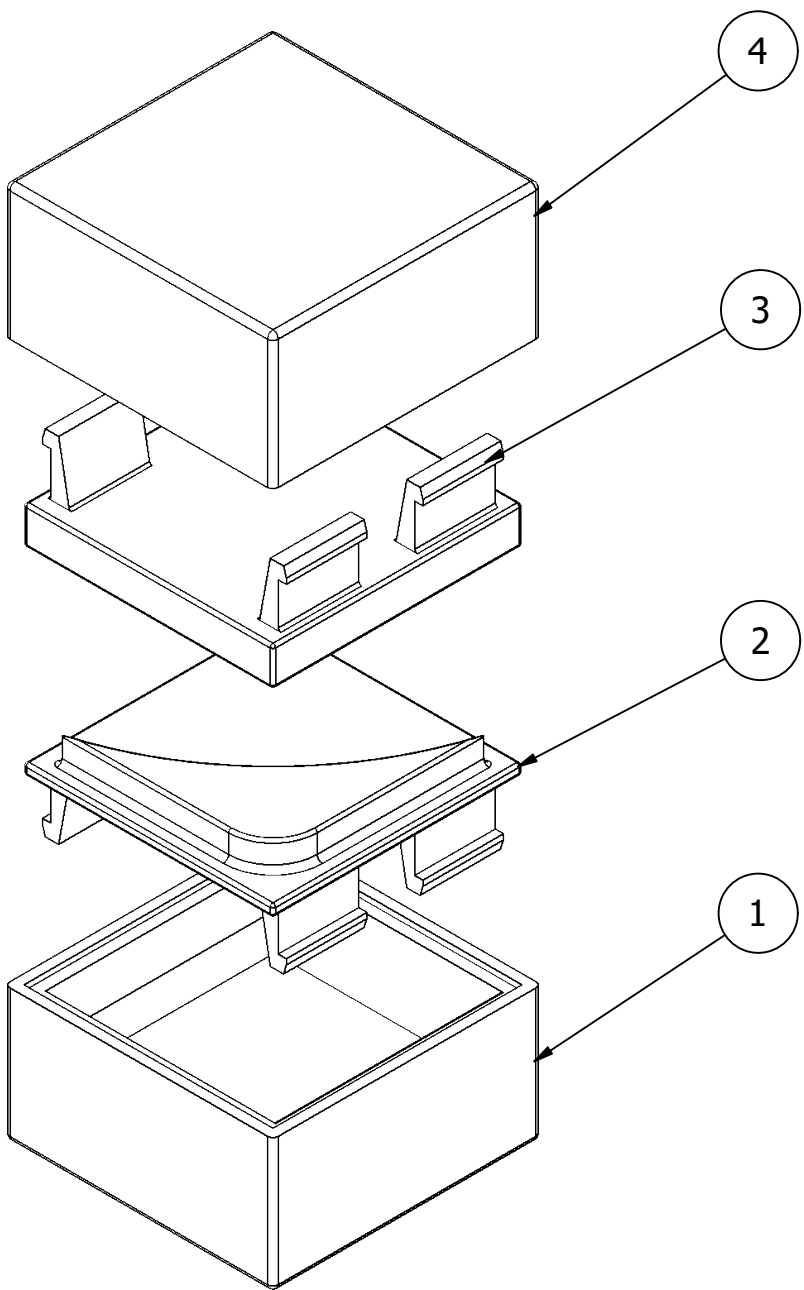
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		 	FIRMADO PATRICIA SAIZ EBRO
Nº PLANO 5	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)	CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO CONJUNTO CUBO 02	UNIDADES 1	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK	MATERIAL	



1	Base negativa cúbica	4	Plano 18	Madera de Haya
1	Cavidad cúbica	3	Plano 31	TPE
1	Saliente cúbico 03	2	Plano 29	TPE
1	Base positiva cúbica	1	Plano 17	Madera de Haya
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

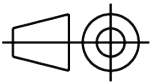
LISTA DE PIEZAS

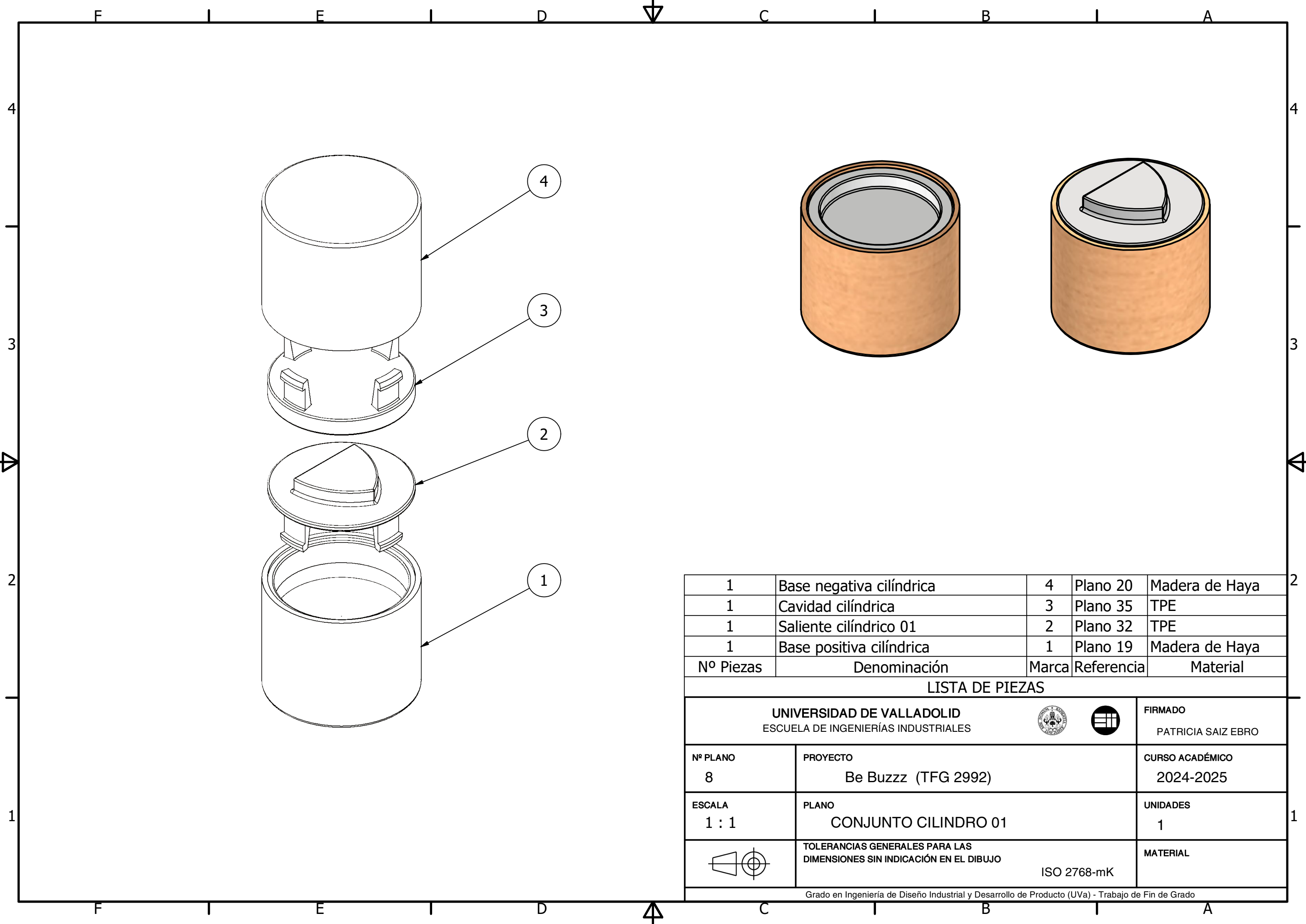
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			FIRMADO PATRICIA SAIZ EBRO	
Nº PLANO 6	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)		CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO CONJUNTO CUBO 03		UNIDADES 1	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK		MATERIAL	



1	Base negativa cúbica	4	Plano 18	Madera de Haya
1	Cavidad cúbica	3	Plano 31	TPE
1	Saliente cúbico 04	2	Plano 30	TPE
1	Base positiva cúbica	1	Plano 17	Madera de Haya
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

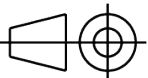
LISTA DE PIEZAS

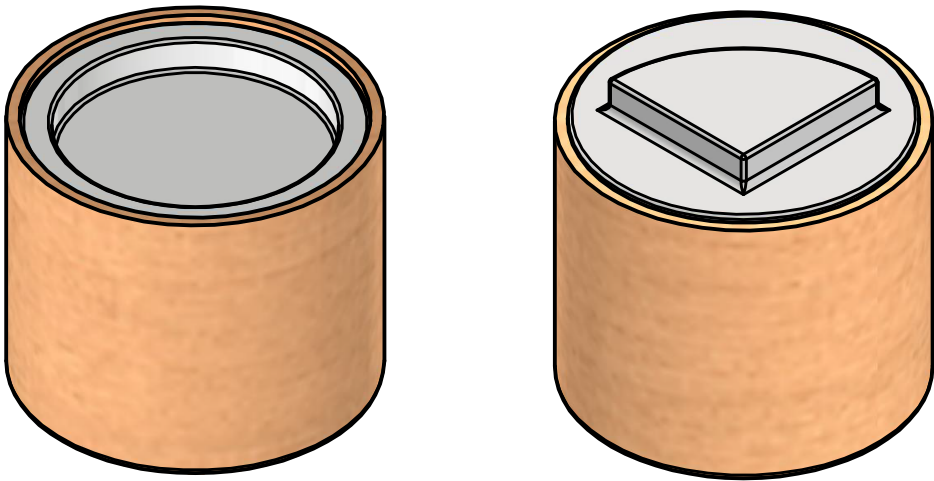
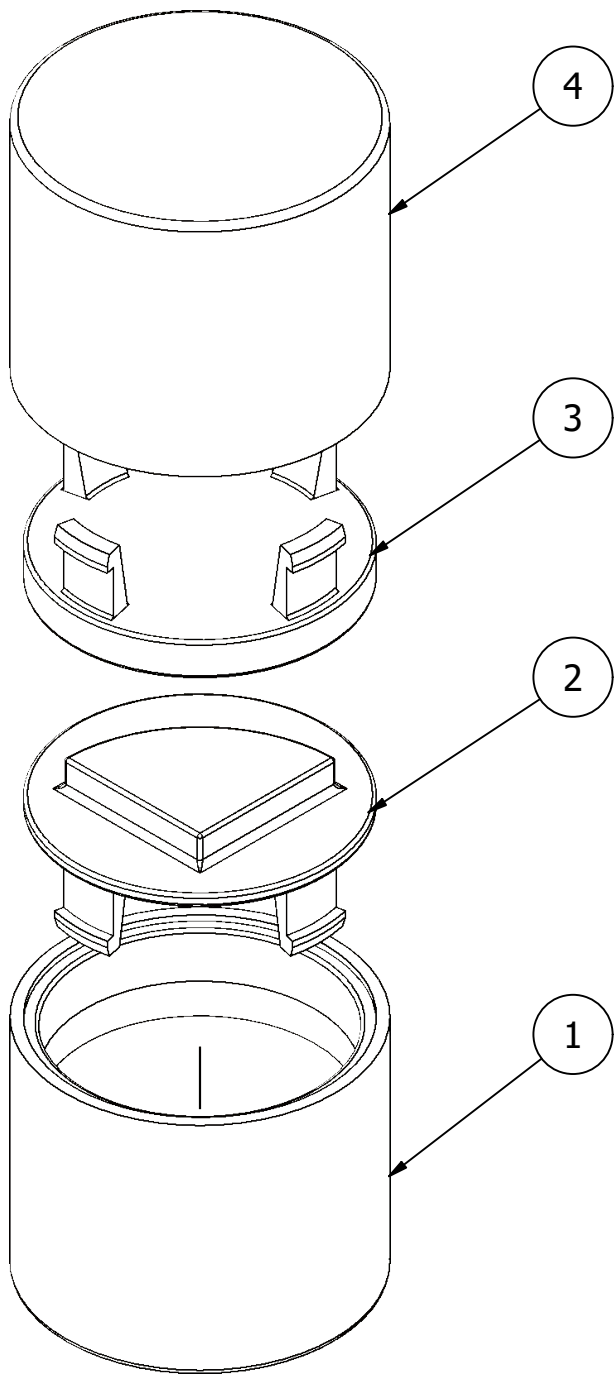
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		 	FIRMADO PATRICIA SAIZ EBRO
Nº PLANO 7	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)		CURSO ACADÉMICO 2024-2025
ESCALA 1 : 1	PLANO CONJUNTO CUBO 04		UNIDADES 1
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK		MATERIAL



1	Base negativa cilíndrica	4	Plano 20	Madera de Haya
1	Cavidad cilíndrica	3	Plano 35	TPE
1	Saliente cilíndrico 01	2	Plano 32	TPE
1	Base positiva cilíndrica	1	Plano 19	Madera de Haya
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

LISTA DE PIEZAS

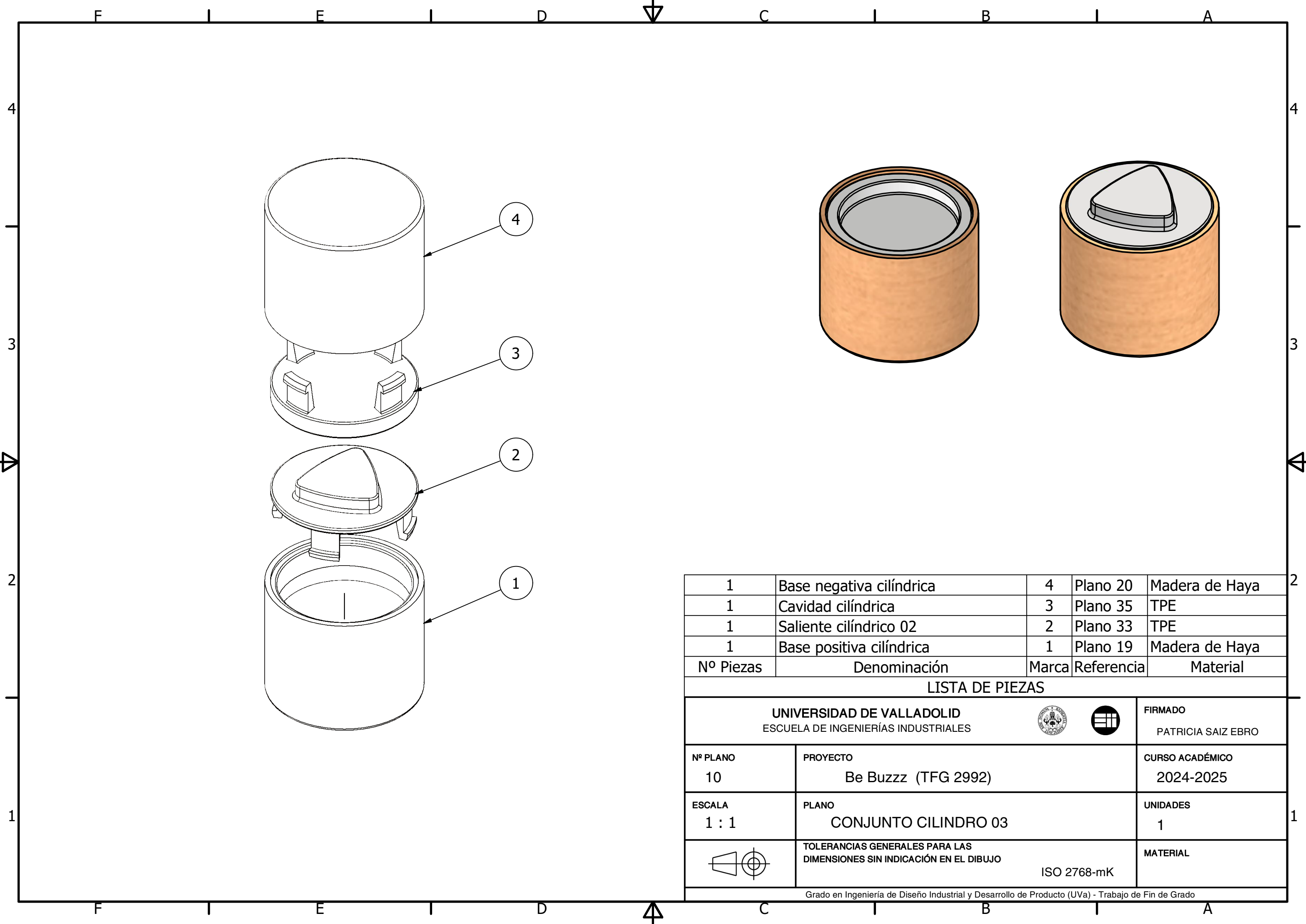
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES					FIRMADO PATRICIA SAIZ EBRO
Nº PLANO 8	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)			CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO CONJUNTO CILINDRO 01			UNIDADES 1	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK			MATERIAL	



1	Base negativa cilíndrica	4	Plano 20	Madera de Haya
1	Cavidad cilíndrica	3	Plano 35	TPE
1	Saliente cilíndrico 03	2	Plano 34	TPE
1	Base positiva cilíndrica	1	Plano 19	Madera de Haya
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

LISTA DE PIEZAS

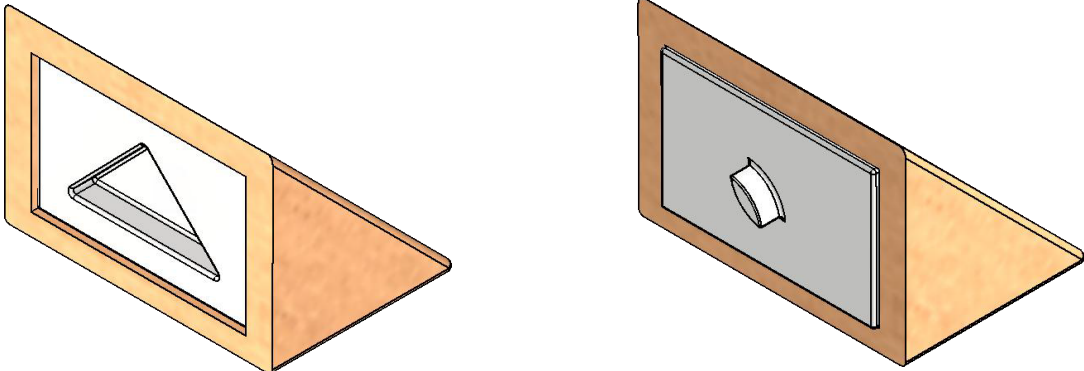
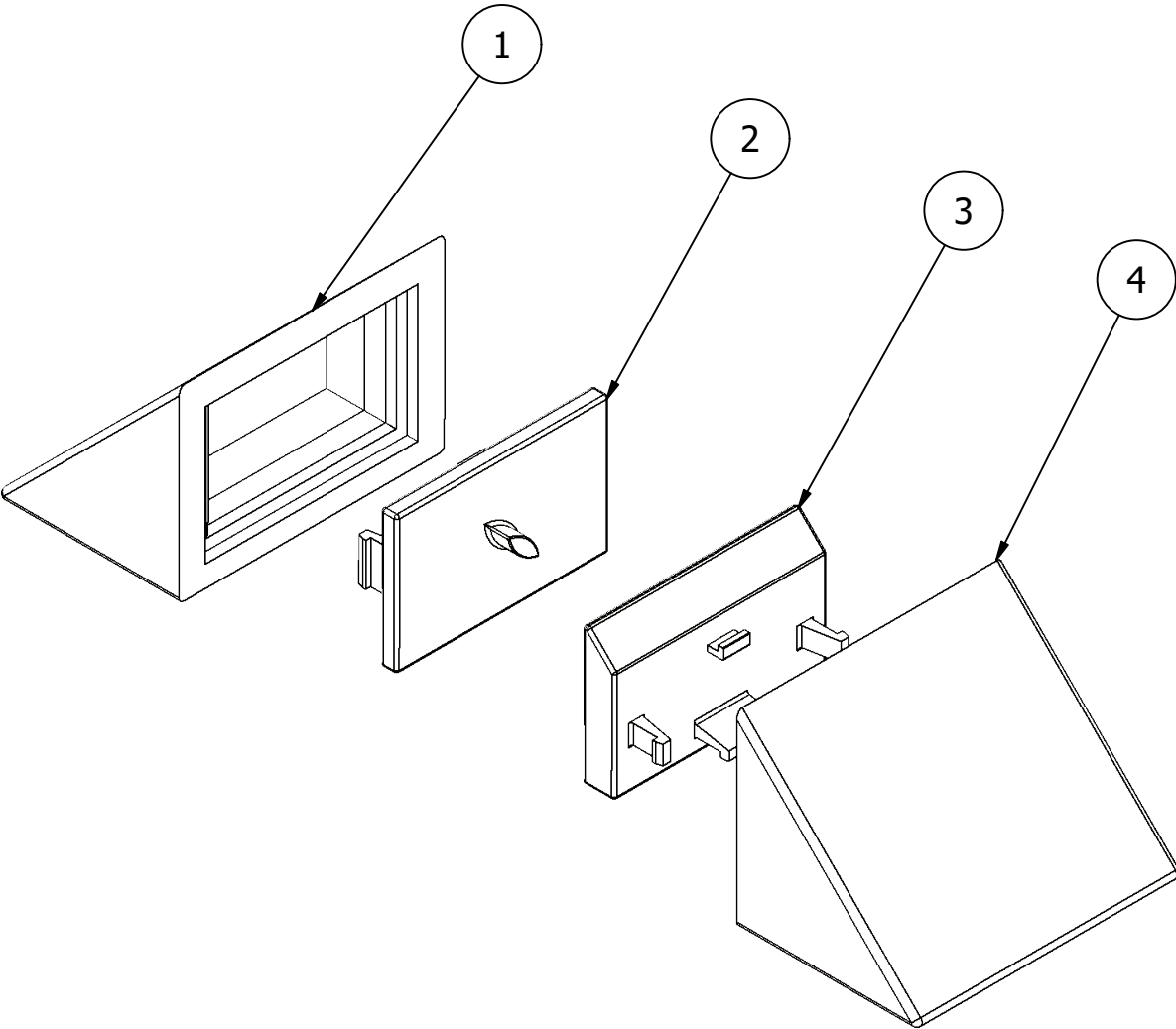
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			FIRMADO PATRICIA SAIZ EBRO	
Nº PLANO 9	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)		CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO CONJUNTO CILINDRO 02		UNIDADES 1	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK		MATERIAL	



F I E I D C I B I A

4

4



3

3

2

2

1	Base negativa prismática triangular	4	Plano 22	Madera de Haya
1	Cavidad prisma triangular	3	Plano 40	TPE
1	Saliente prismático triangular 01	2	Plano 36	TPE
1	Base positiva prismática triangular	1	Plano 21	Madera de Haya
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

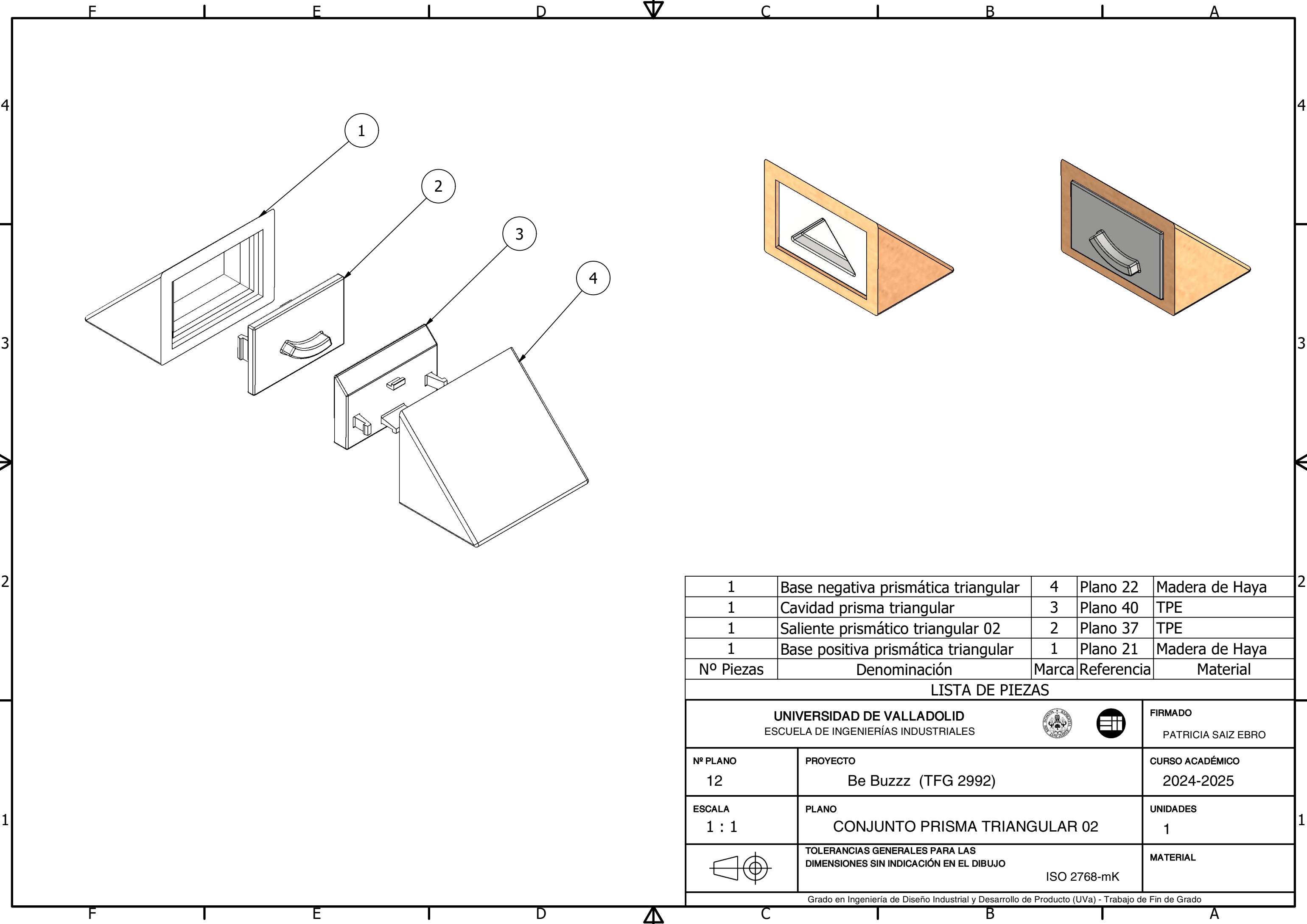
LISTA DE PIEZAS

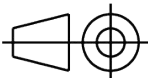
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			FIRMADO PATRICIA SAIZ EBRO	
Nº PLANO 11	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)		CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO CONJUNTO PRISMA TRIANGULAR 01		UNIDADES 1	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK		MATERIAL	

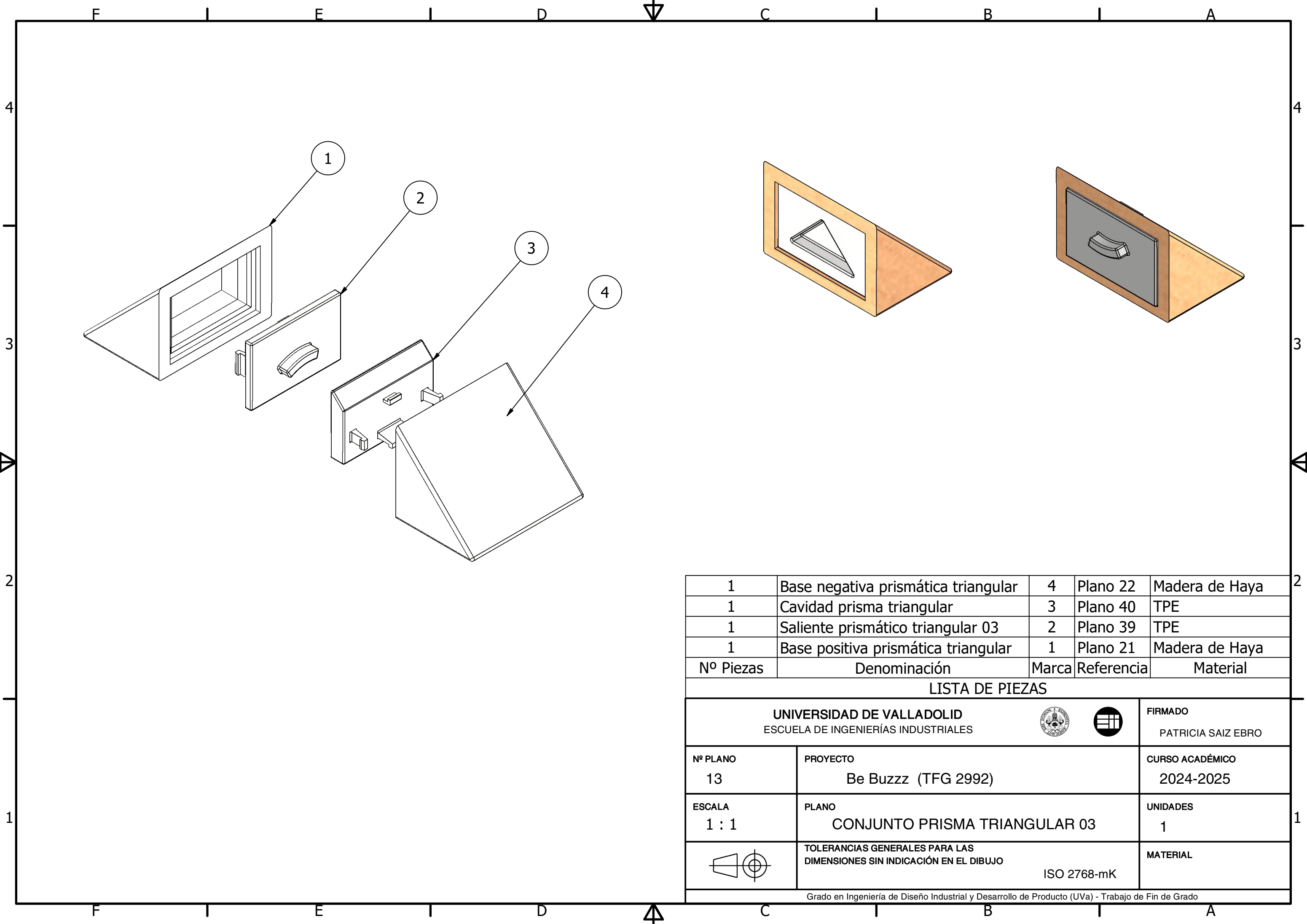
1

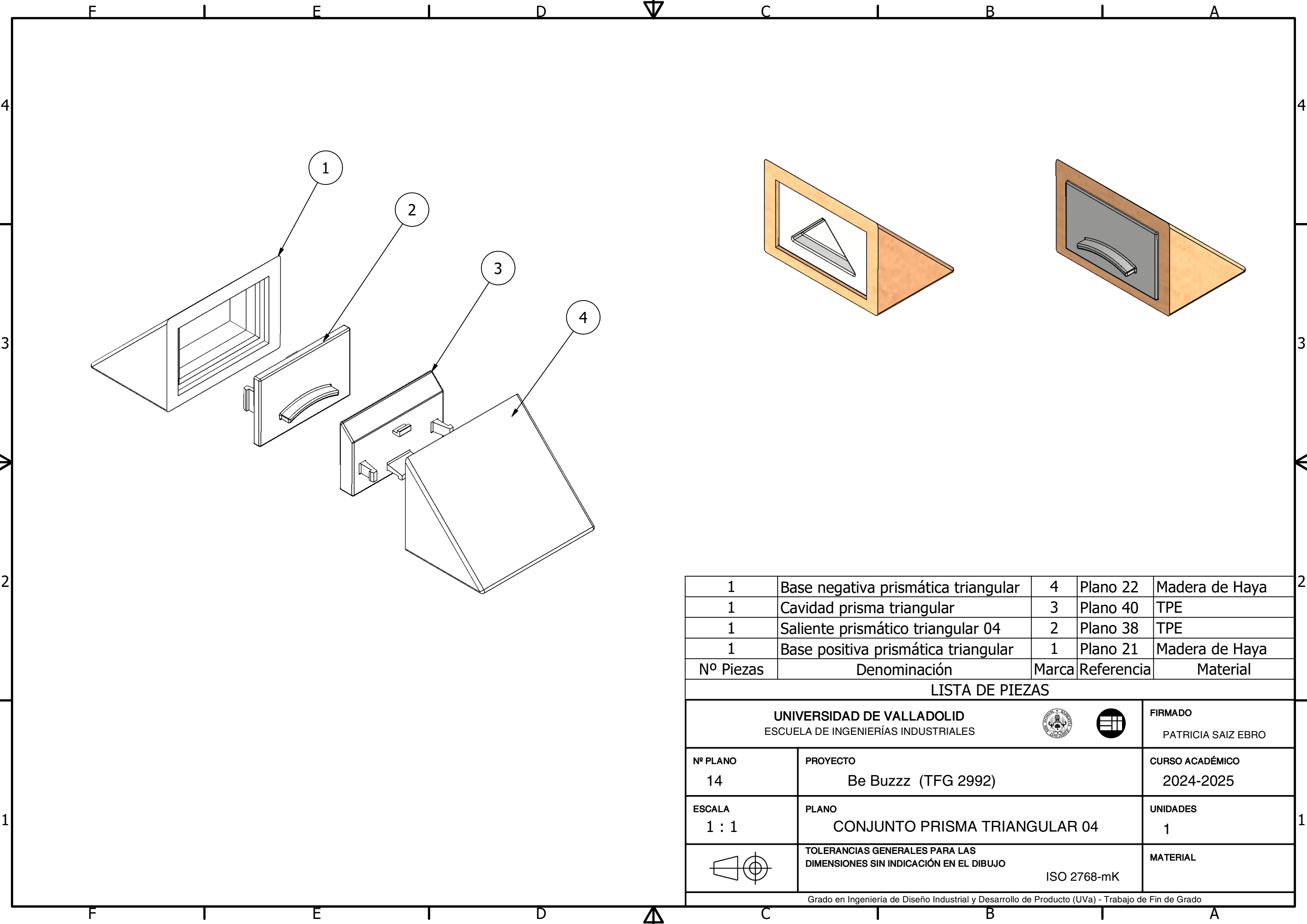
1

F I E I D C I B I A

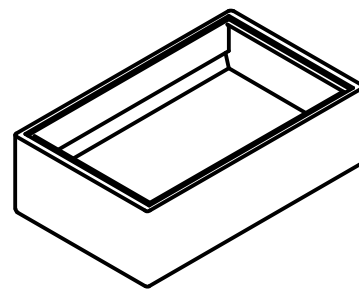
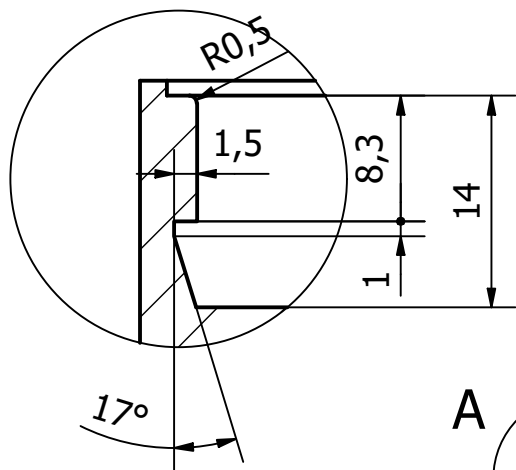


1	Base negativa prismática triangular	4	Plano 22	Madera de Haya
1	Cavidad prisma triangular	3	Plano 40	TPE
1	Saliente prismático triangular 02	2	Plano 37	TPE
1	Base positiva prismática triangular	1	Plano 21	Madera de Haya
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material
LISTA DE PIEZAS				
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			 	FIRMADO PATRICIA SAIZ EBRO
Nº PLANO 12	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)		CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO CONJUNTO PRISMA TRIANGULAR 02		UNIDADES 1	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK		MATERIAL	
Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto (Uva) - Trabajo de Fin de Grado				

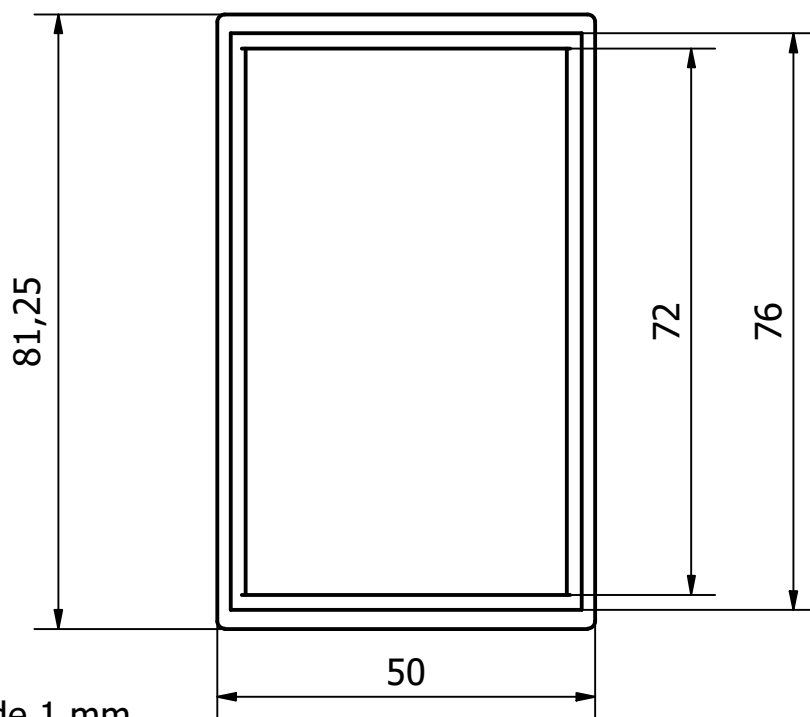
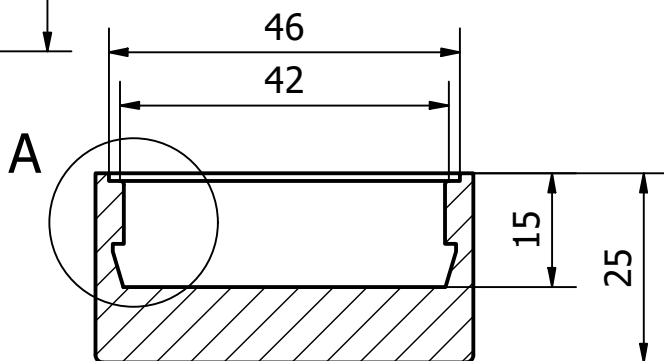




A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 2)



Radios de redondeo de 1 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

15

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

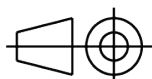
1 : 1

PLANO

Base positiva prisma rectangular

UNIDADES

3



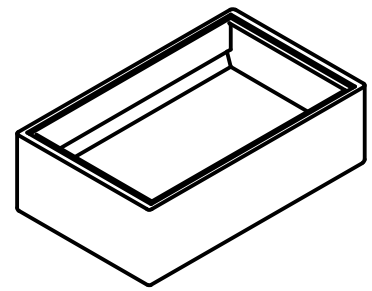
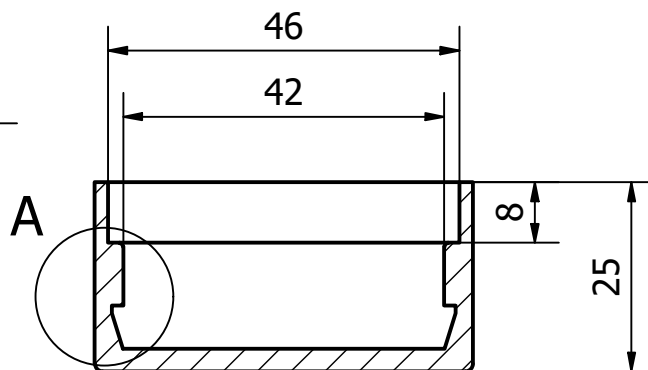
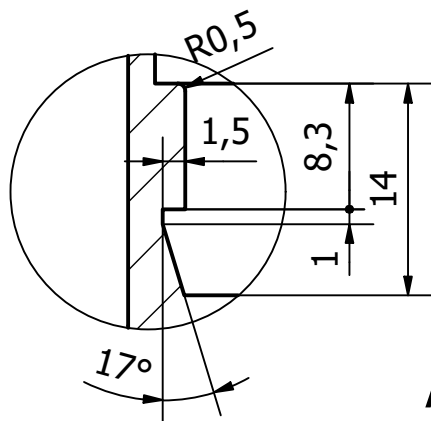
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

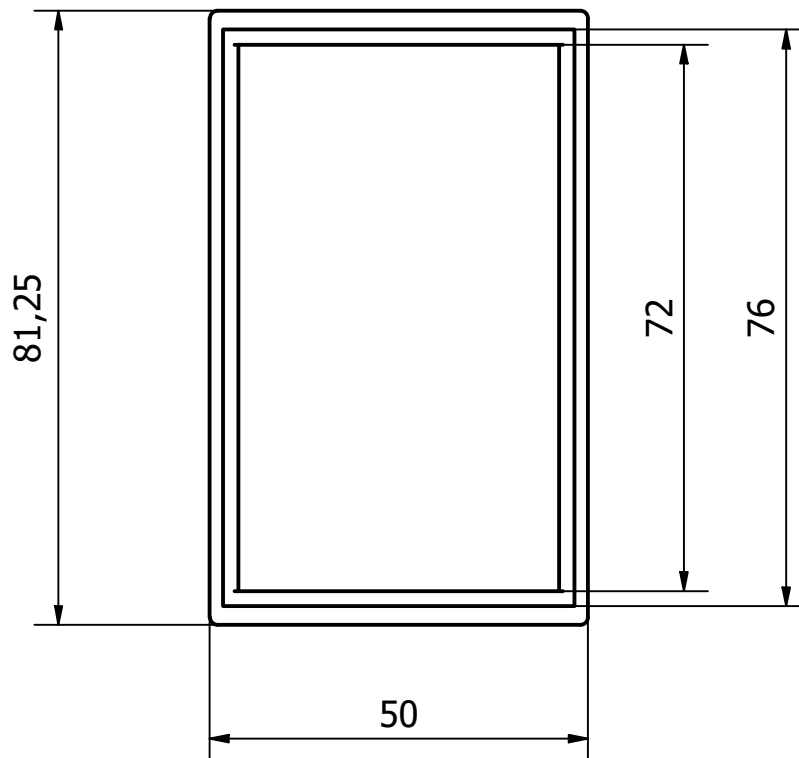
MATERIAL

Madera de haya

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 2)



Radios de redondeo de 1 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

16

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

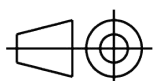
1 : 1

PLANO

Base negativa prisma rectangular

UNIDADES

3



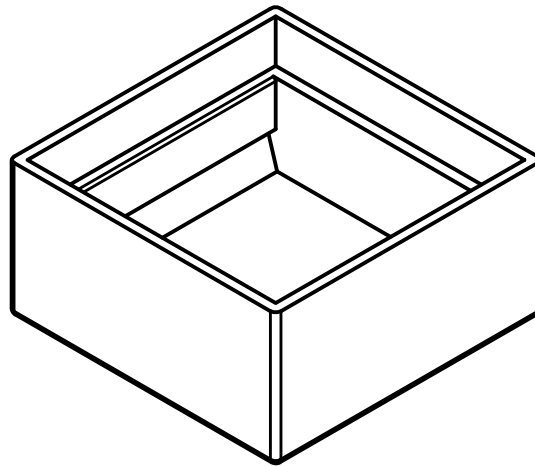
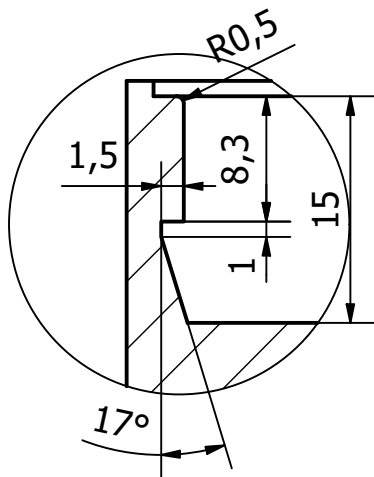
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

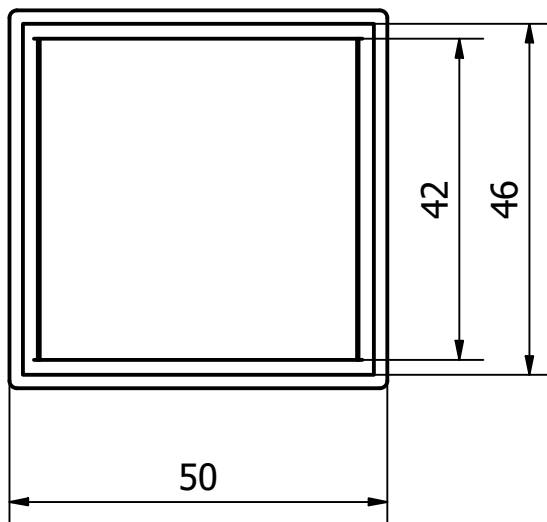
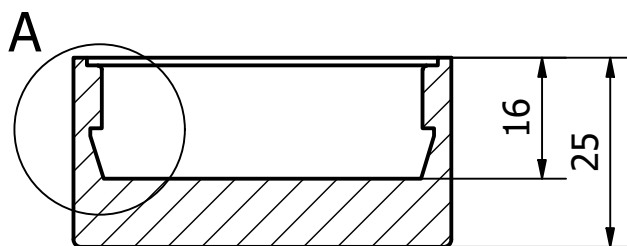
MATERIAL

Madera de haya

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 1 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

17

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

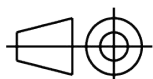
1 : 1

PLANO

Base positiva cúbica

UNIDADES

4



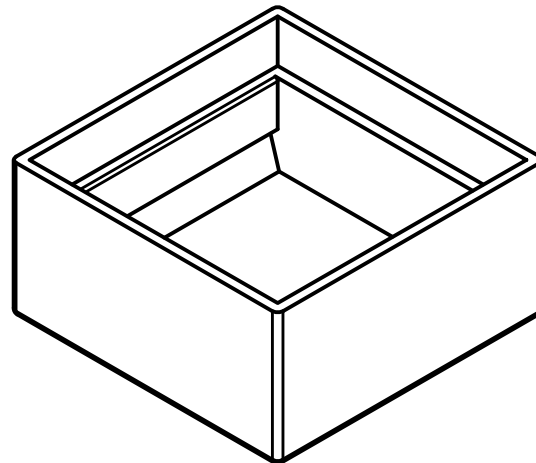
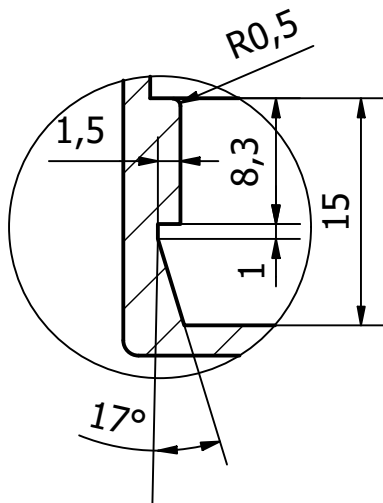
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

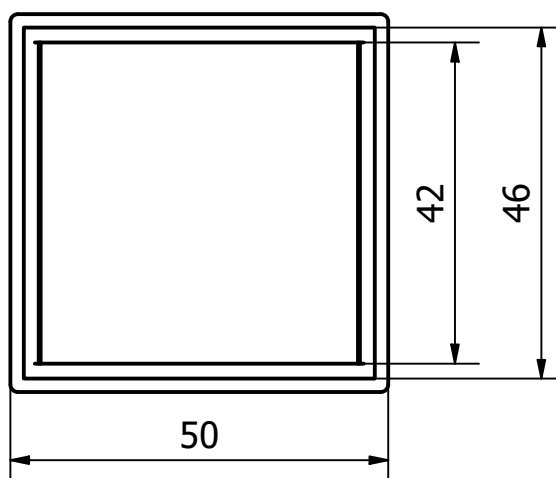
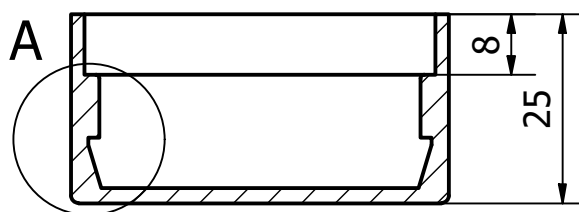
MATERIAL

Madera de haya

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 1 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

18

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

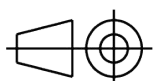
1 : 1

PLANO

Base negativa cúbica

UNIDADES

4



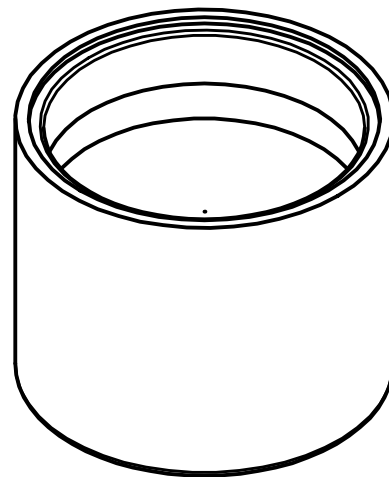
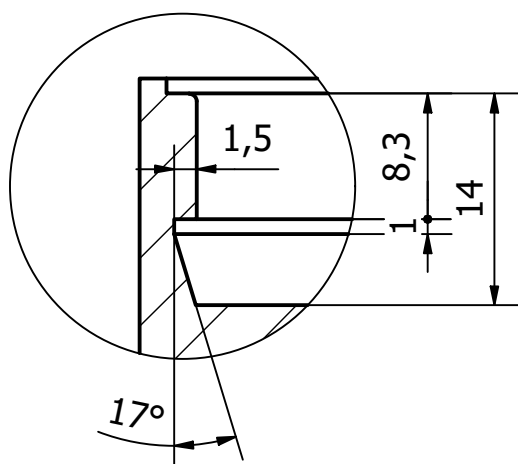
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

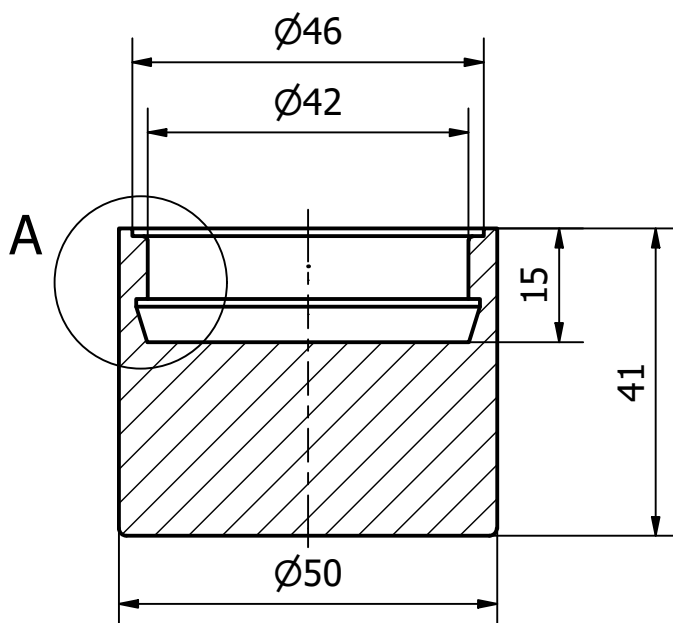
MATERIAL

Madera de haya

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 1 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

19

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

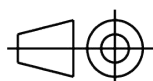
1 : 1

PLANO

Base positiva cilíndrica

UNIDADES

3



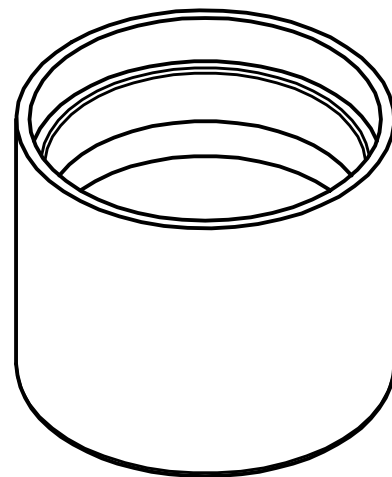
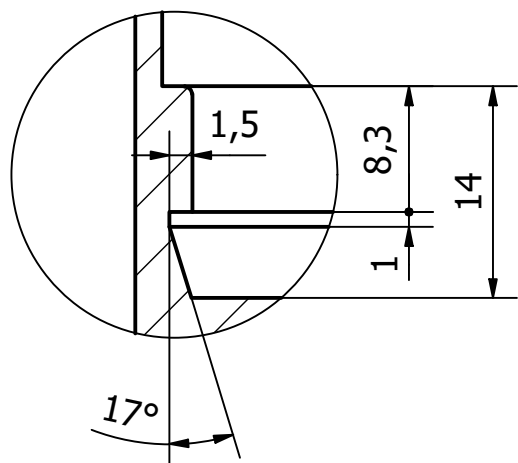
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

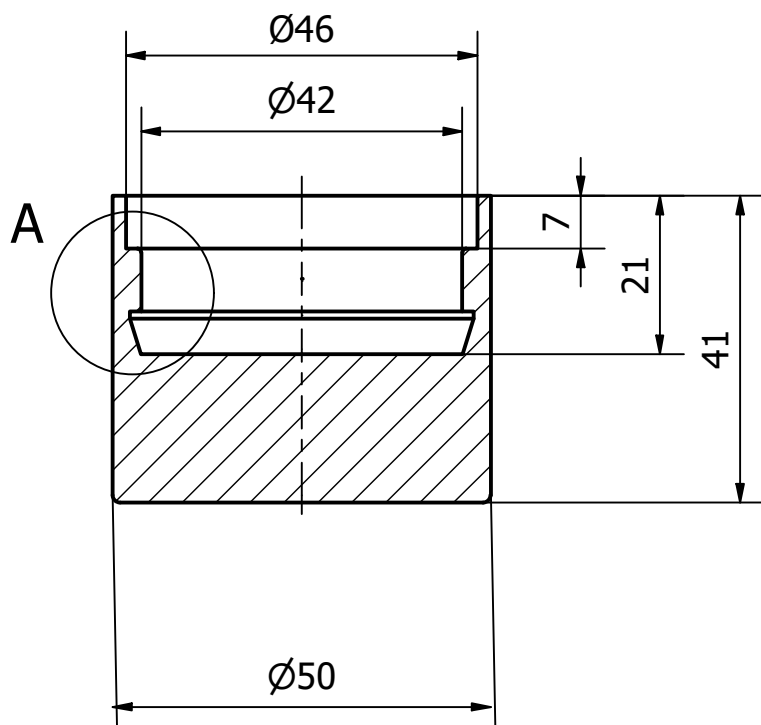
MATERIAL

Madera de haya

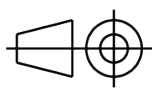
A (2 : 1)



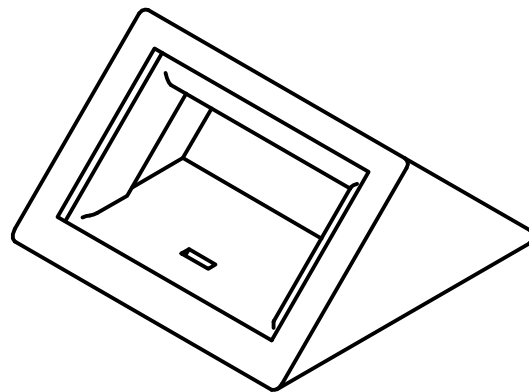
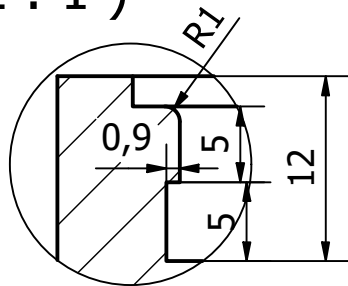
Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 1 mm

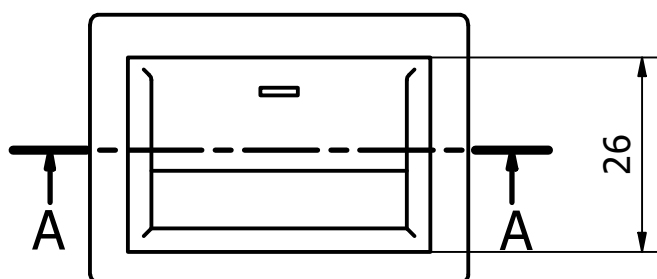
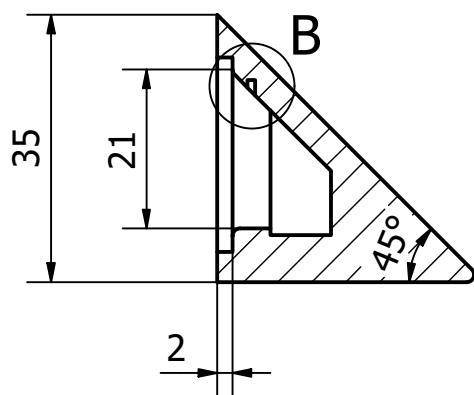
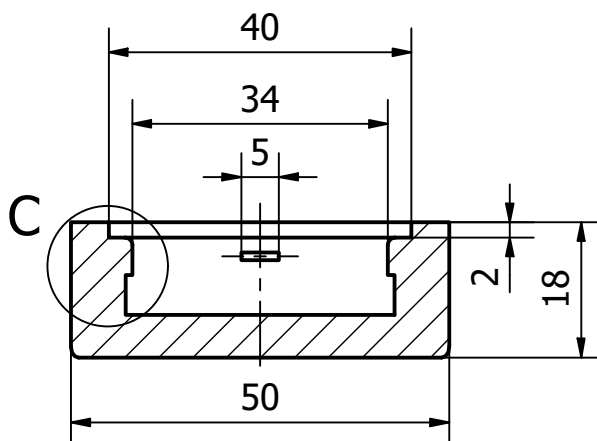
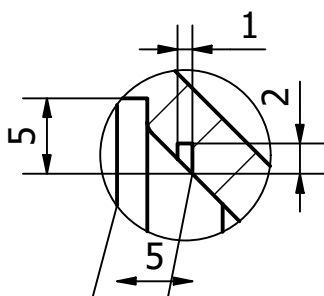
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		 	FIRMADO Patricia Saiz Ebro
Nº PLANO 20	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)	CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO Base negativa cilíndrica	UNIDADES 3	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK	MATERIAL Madera de haya	

C (2 : 1)



Vista isométrica
1 : 1)

B (2 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

21

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

1 : 1

PLANO

Base positiva prismática triangular

UNIDADES

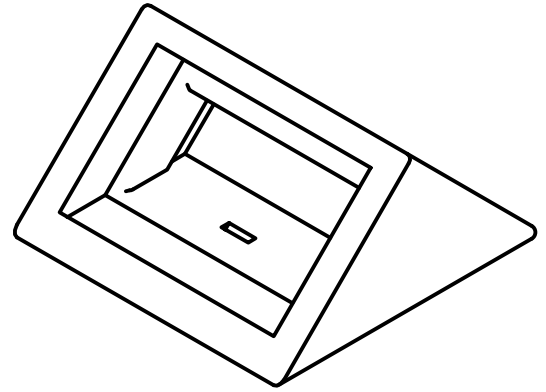
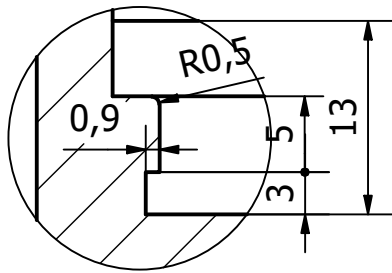
4

MATERIAL

Madera de haya

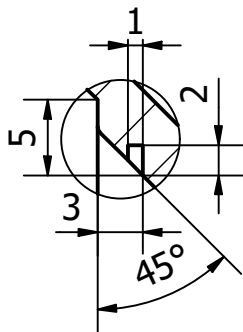
Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto (UVa) - Trabajo de Fin de Grado

C (2 : 1)

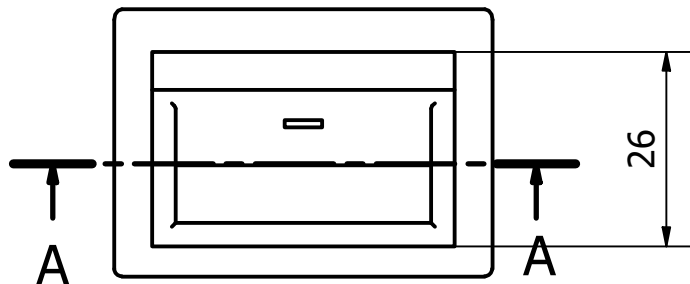
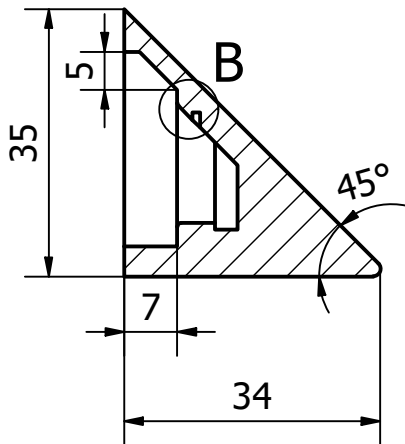
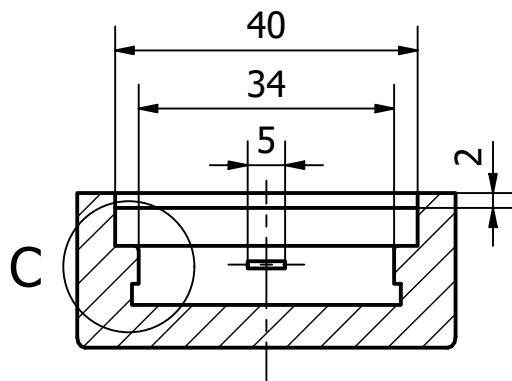


Vista isométrica
(1 : 1)

B (2 : 1)



A-A



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO
Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO
22

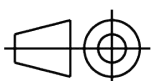
PROYECTO
Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO
2024-2025

ESCALA
1 : 1

PLANO
Base negativa prismática triangular

UNIDADES
4

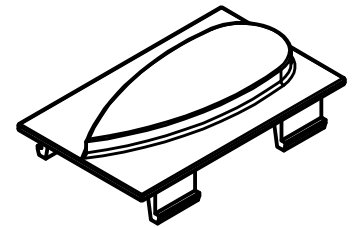
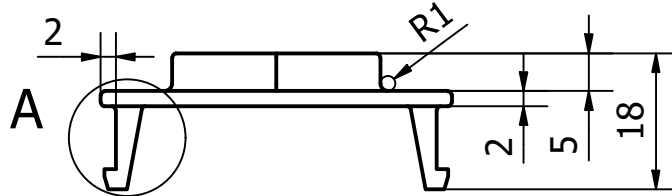
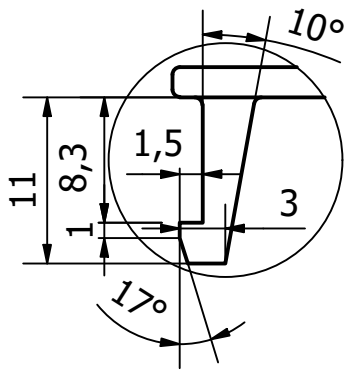


TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

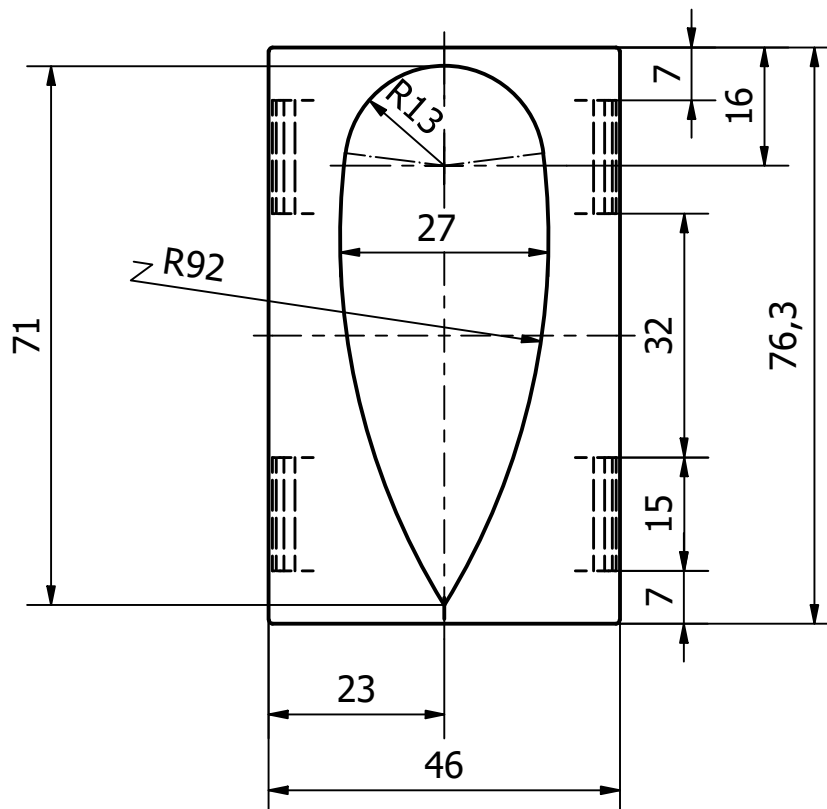
ISO 2768-mK

MATERIAL
Madera de haya

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 2)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

23

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

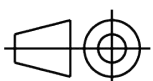
1 : 1

PLANO

Saliente prisma rectangular 01

UNIDADES

1

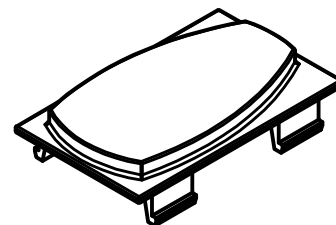


TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

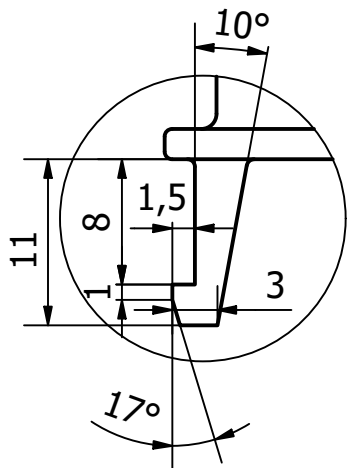


Technical drawing of a mechanical part. The drawing shows a side view of a component with a circular feature labeled 'A' circled. Dimensions are indicated: a horizontal dimension of 2 at the top left, a horizontal dimension of 5 in the middle, a horizontal dimension of 7 on the right, and a vertical dimension of 18 on the far right. The part has a complex profile with a circular feature on the left and a stepped top surface.

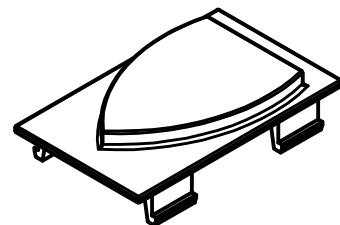
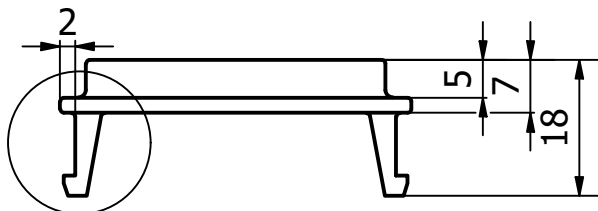


本

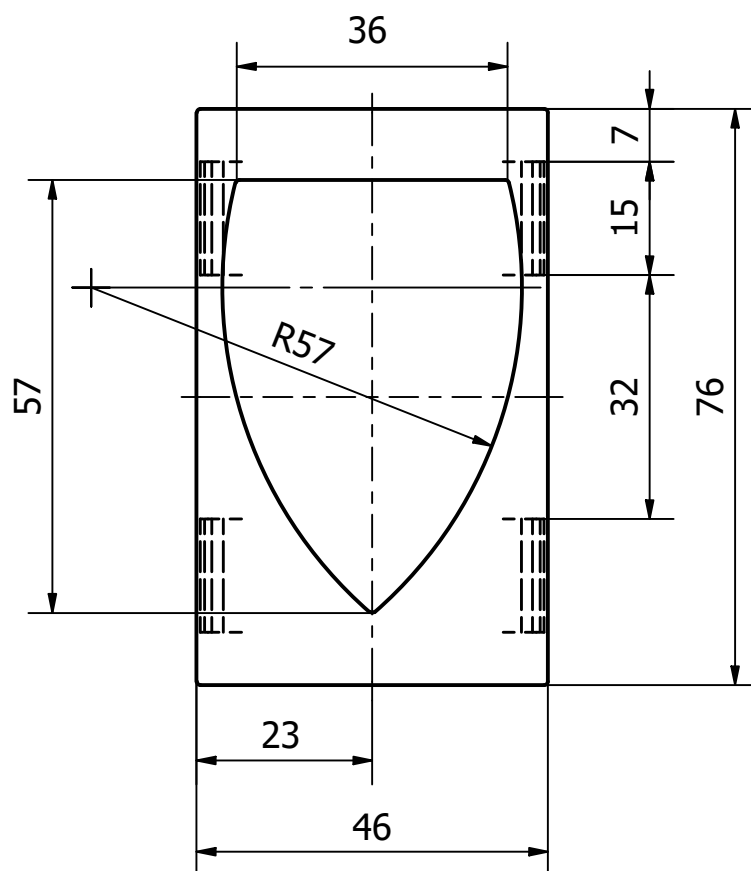
A (2 : 1)



A



Vista isométrica
(1 : 2)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

25

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

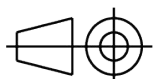
1 : 1

PLANO

Saliente prisma rectangular 03

UNIDADES

1



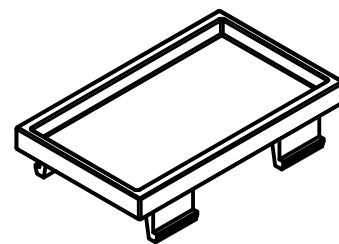
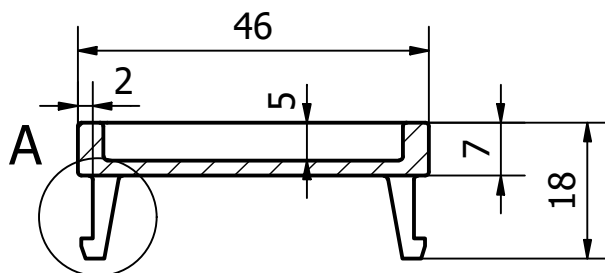
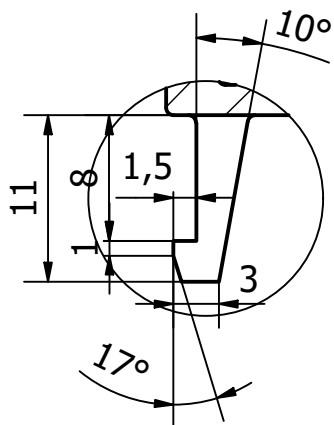
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

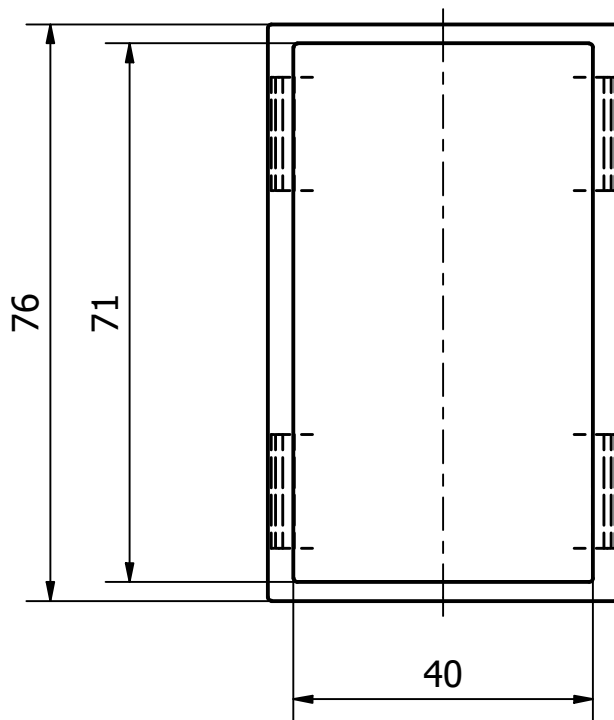
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

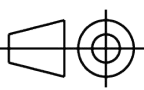
A (2 : 1)



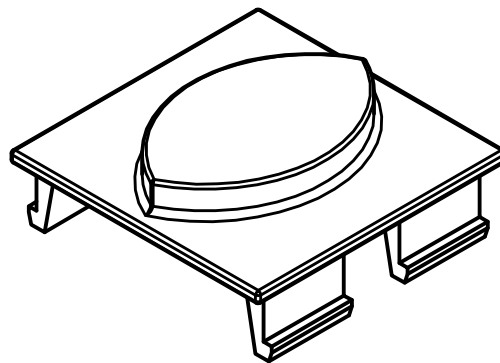
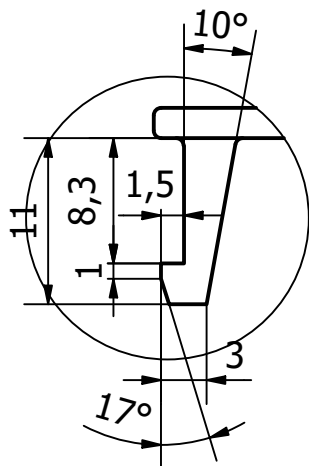
Vista isométrica
(1 : 2)



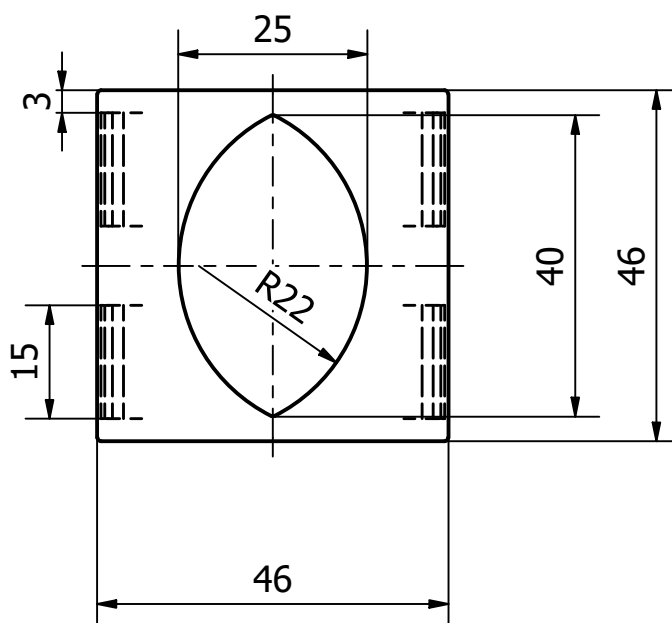
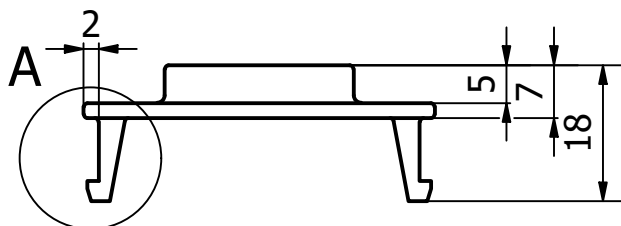
Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		 	FIRMADO Patricia Saiz Ebro
Nº PLANO 26	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)	CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 1	PLANO Cavity prisma rectangular	UNIDADES 3	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK	MATERIAL TPE – Termoplástico elastómero	

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

27

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

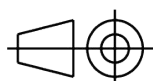
1 : 1

PLANO

Saliente cúbico 01

UNIDADES

1



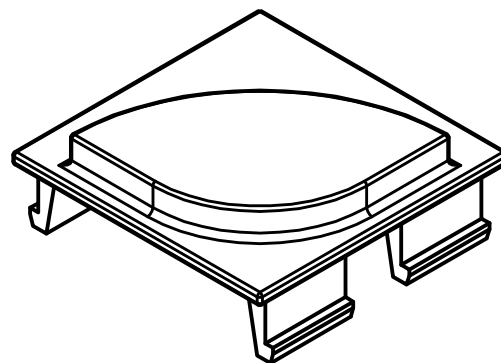
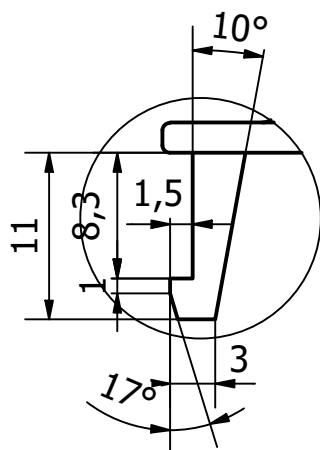
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

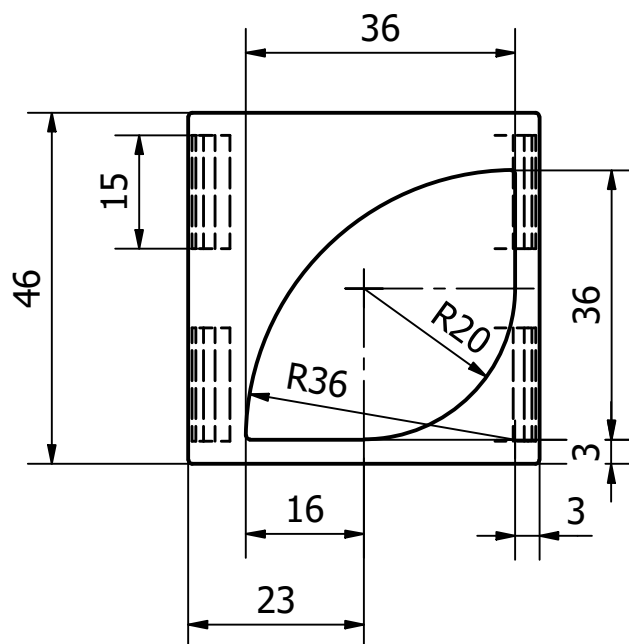
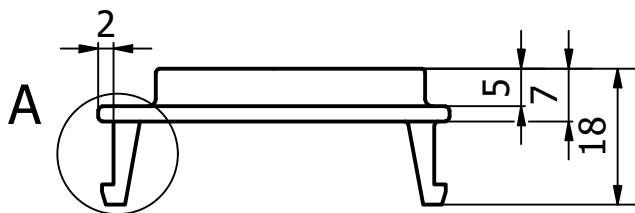
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

28

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

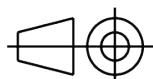
1 : 1

PLANO

Saliente cúbico 02

UNIDADES

1



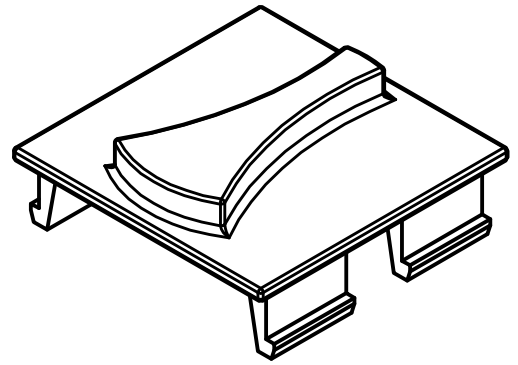
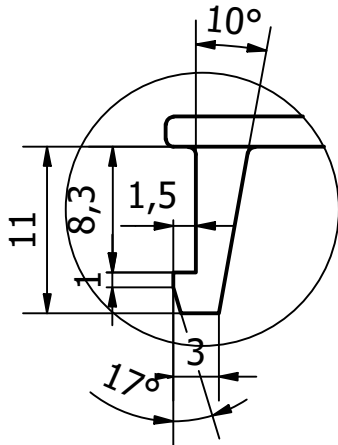
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

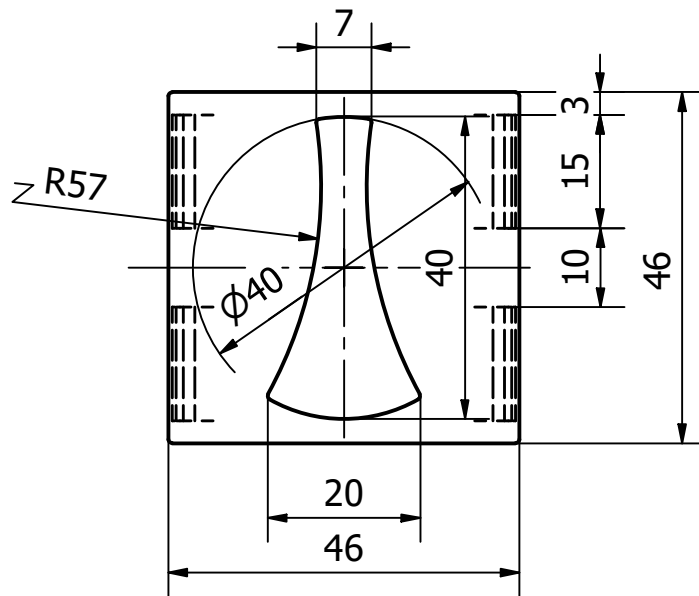
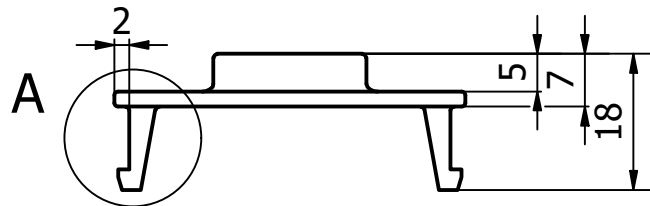
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 1 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

29

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

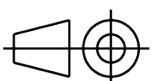
1 : 1

PLANO

Saliente cúbico 03

UNIDADES

1



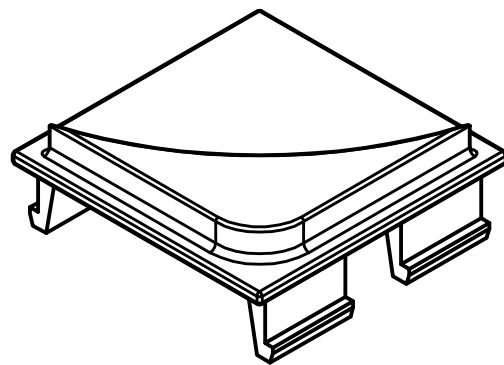
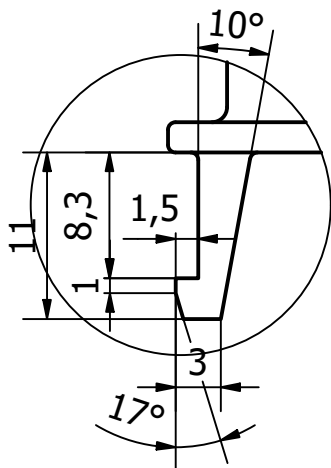
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

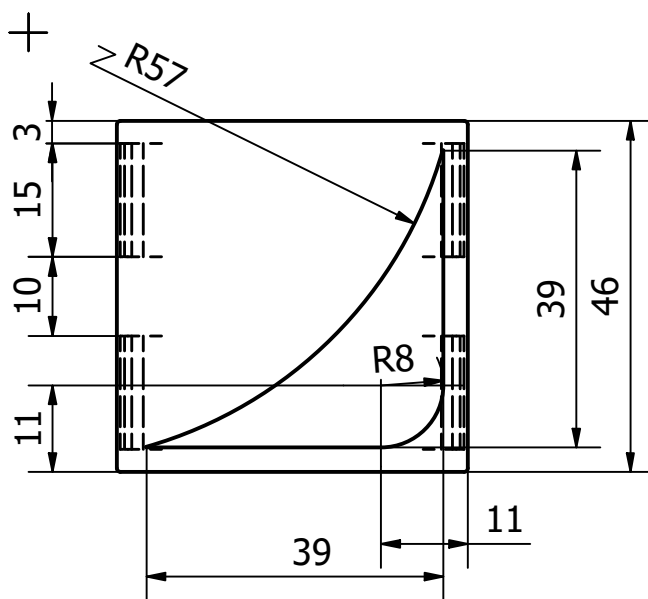
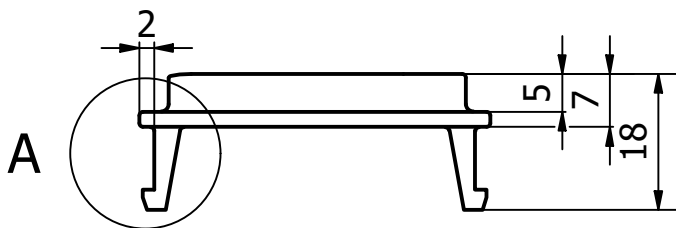
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 0.5mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

30

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

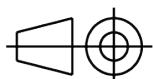
1 : 1

PLANO

Saliente cúbico 04

UNIDADES

1



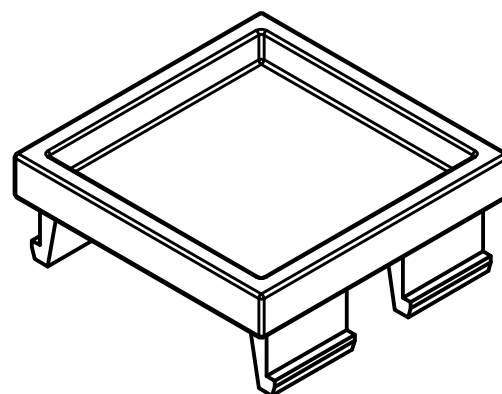
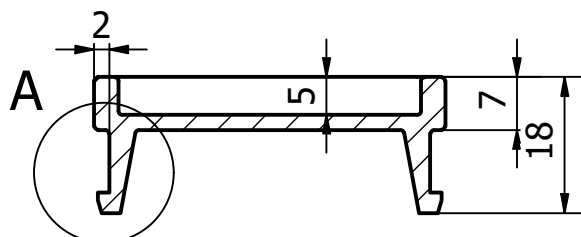
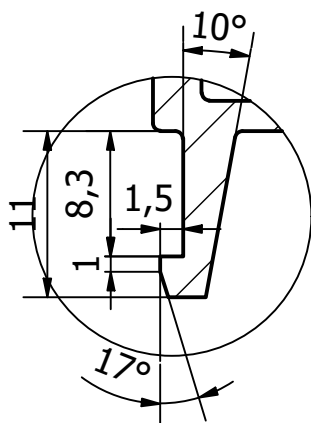
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

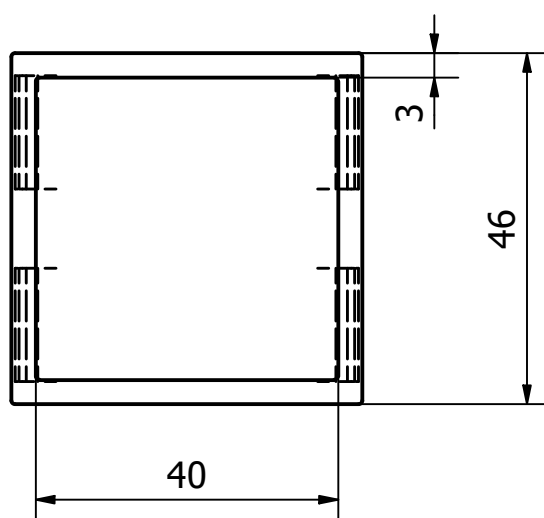
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

31

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

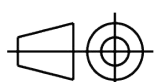
1 : 1

PLANO

Cavidad cúbica

UNIDADES

4



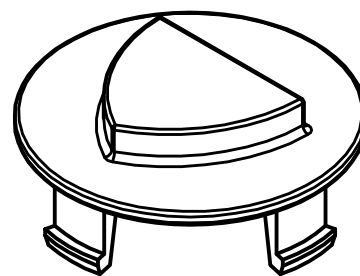
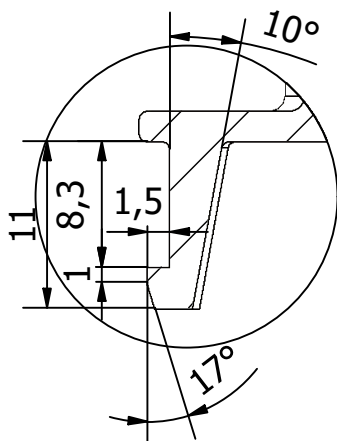
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

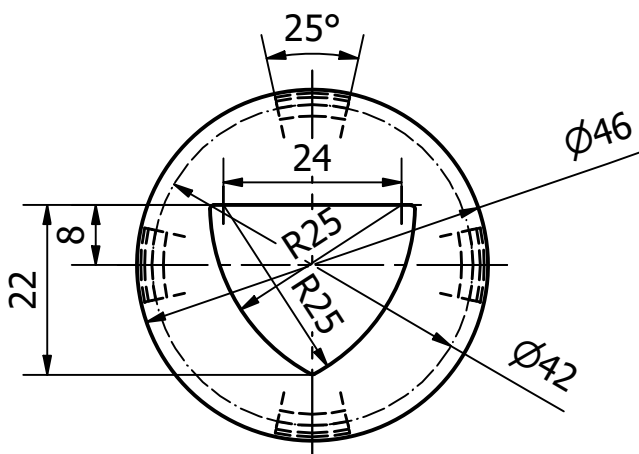
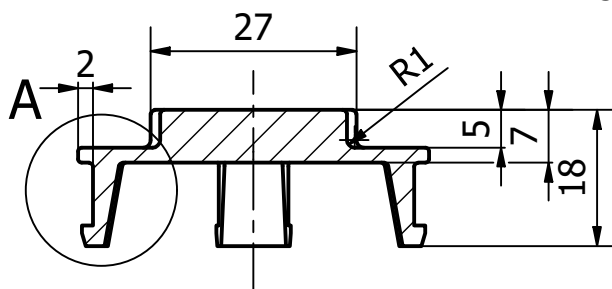
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz

Nº PLANO

32

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

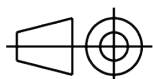
1 : 1

PLANO

Saliente cilíndrico 01

UNIDADES

1



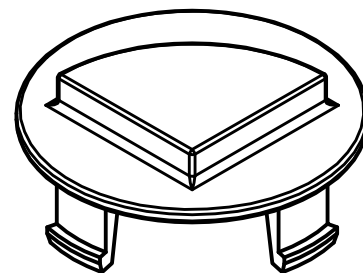
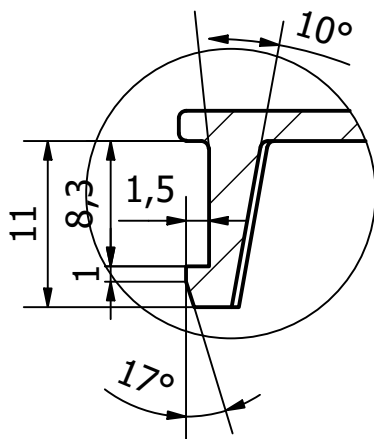
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

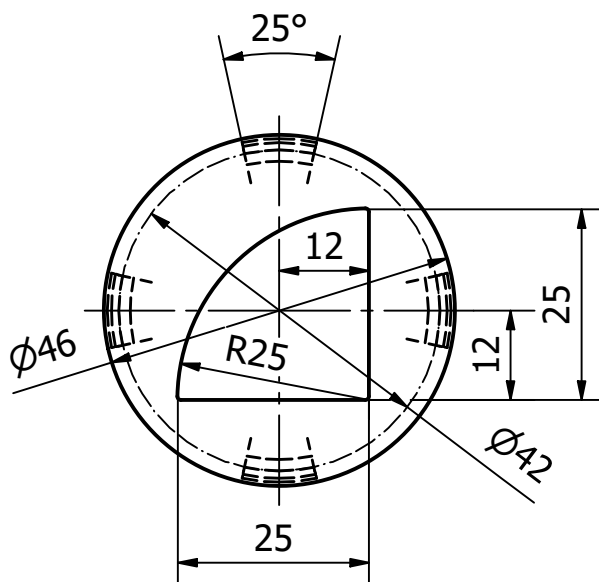
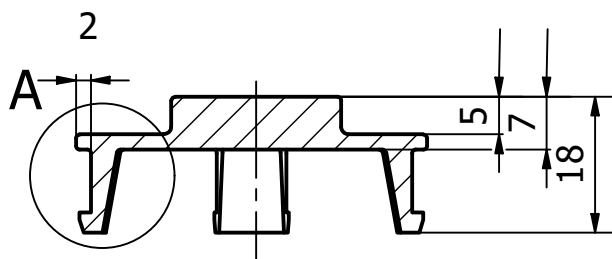
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO
Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO
33

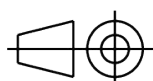
PROYECTO
Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO
2024-2025

ESCALA
1 : 1

PLANO
Saliente cilíndrico 02

UNIDADES
1

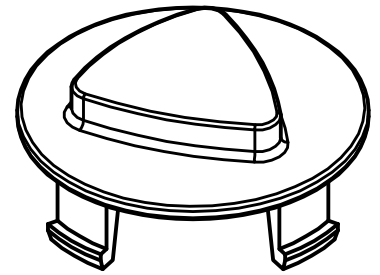
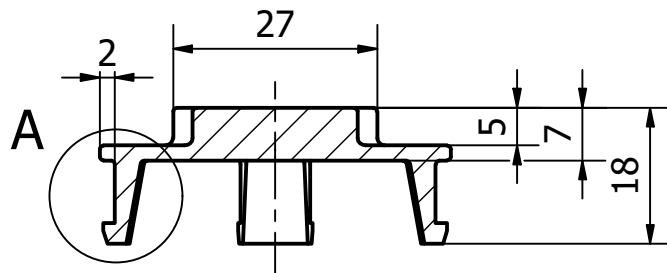
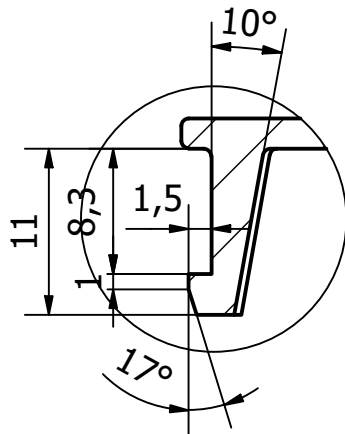


TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

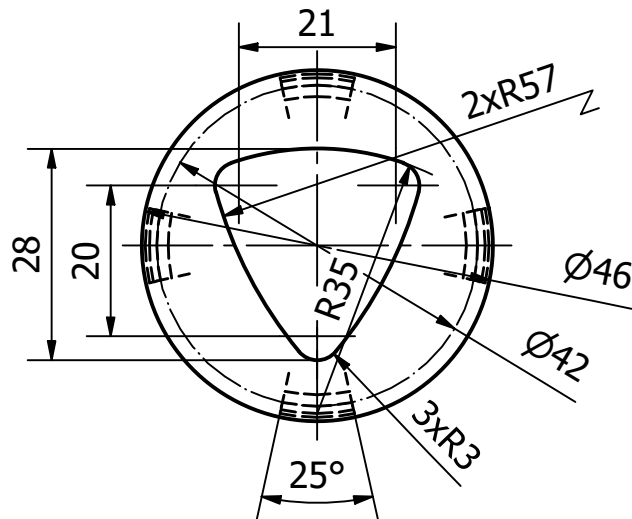
ISO 2768-mK

MATERIAL
TPE – Termoplástico
elastómero

A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

34

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

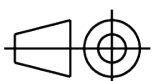
1 : 1

PLANO

Saliente cilíndrico 03

UNIDADES

1



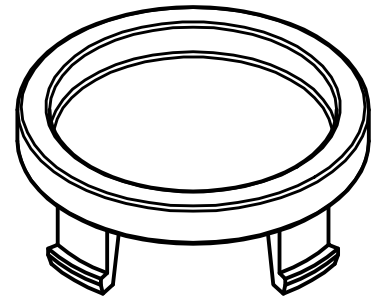
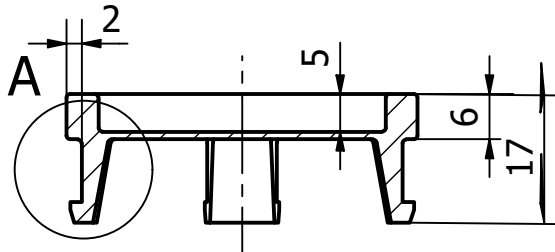
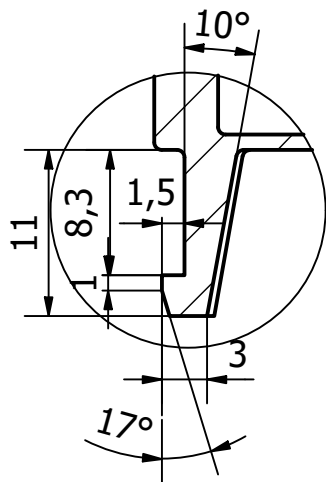
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

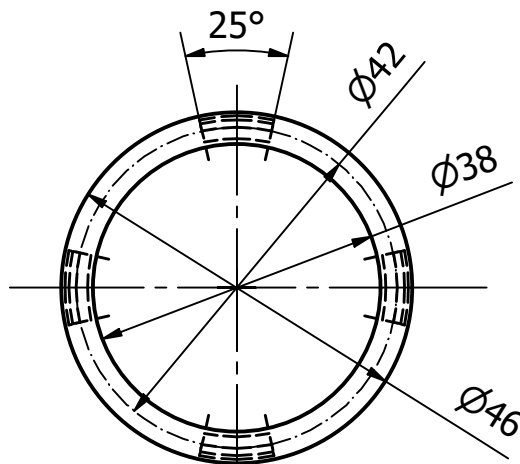
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

A (2 : 1)



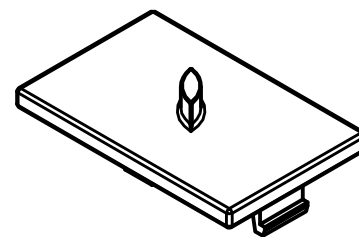
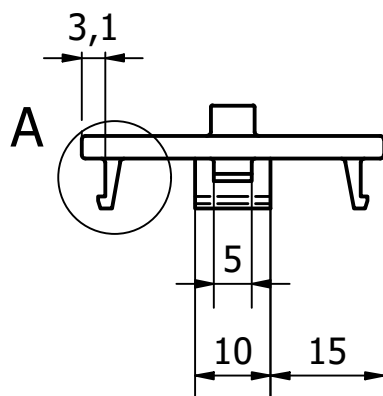
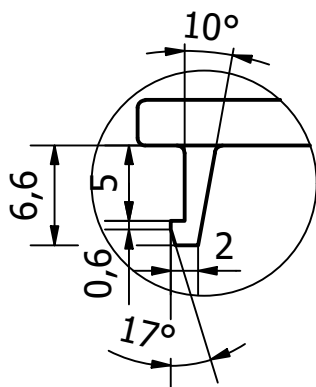
Vista isométrica
(1 : 1)



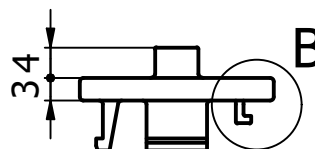
Radio de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		FIRMADO Patricia Saiz Ebro
Nº PLANO 35	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)	CURSO ACADÉMICO 2024-2025
ESCALA 1 : 1	PLANO Cavity cilíndrica	UNIDADES 3
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK	MATERIAL TPE – Termoplástico elastómero

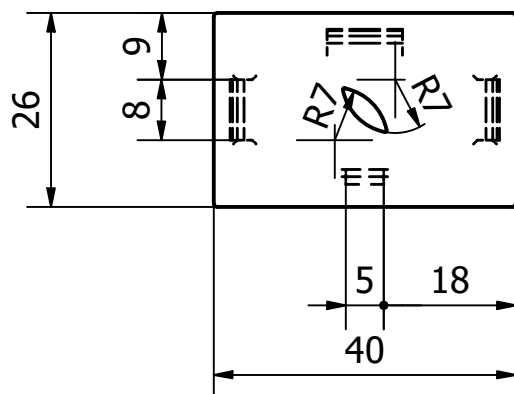
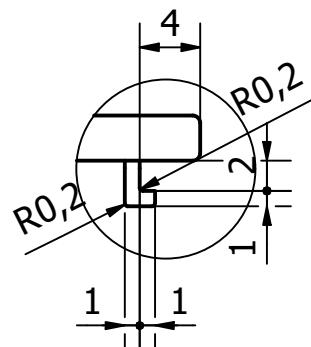
A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



B (2 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

36

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

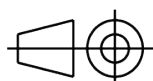
1 : 1

PLANO

Saliente prismático triangular 01

UNIDADES

1



TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

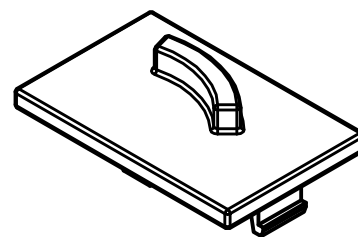
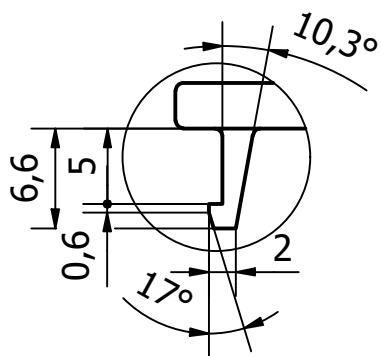
ISO 2768-mK

MATERIAL

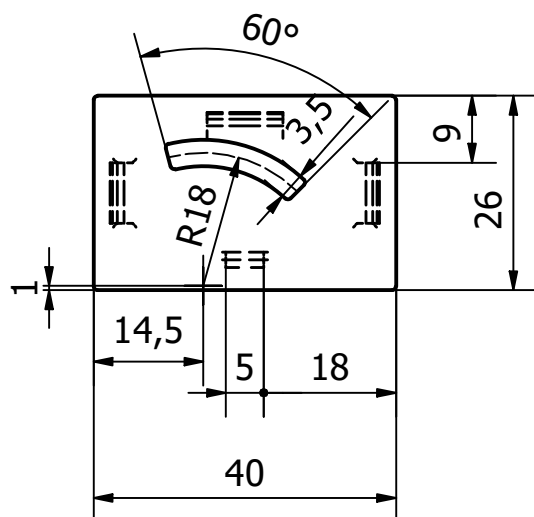
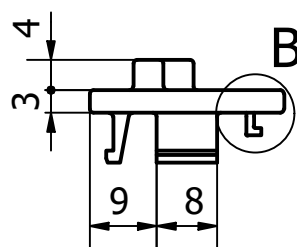
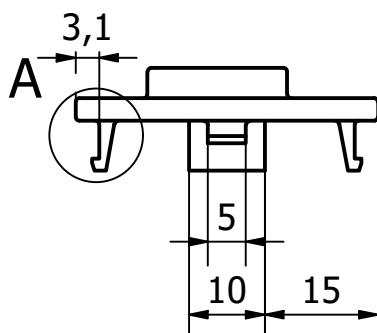
TPE – Termoplástico
elastómero

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto (UVa) - Trabajo de Fin de Grado

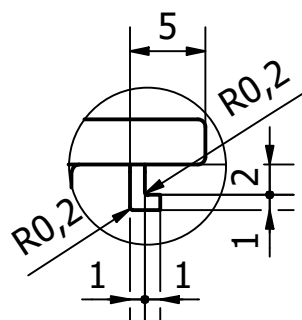
A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



B (2 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

37

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

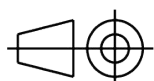
1 : 1

PLANO

Saliente prismático triangular 02

UNIDADES

1



TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

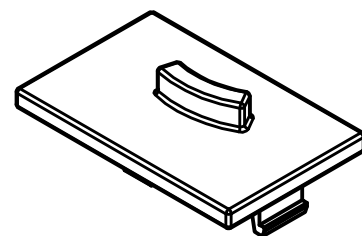
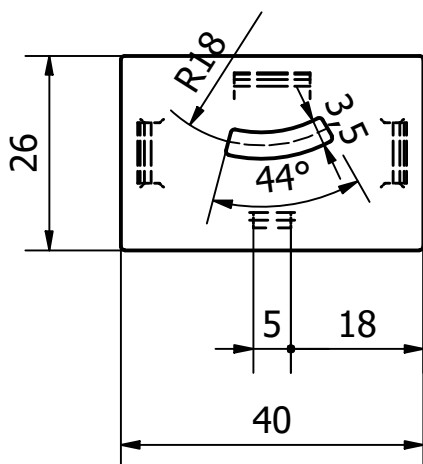
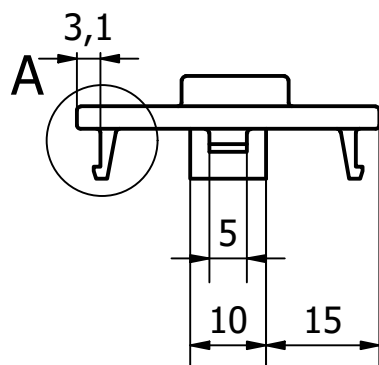
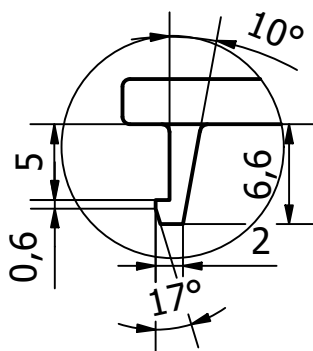
ISO 2768-mK

MATERIAL

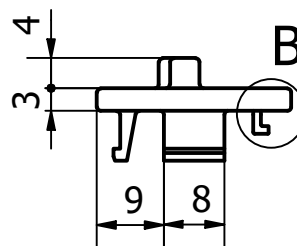
TPE – Termoplástico
elastómero

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto (UVa) - Trabajo de Fin de Grado

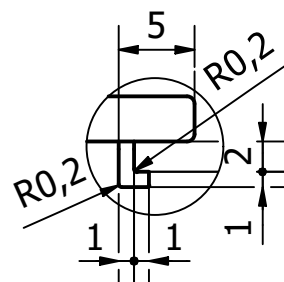
A (2 : 1)



Vista isométrica
(1:1)



B (2 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

38

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

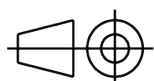
1:1

PLANO

Saliente prismático triangular 03

UNIDADES

1



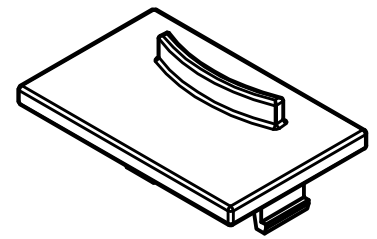
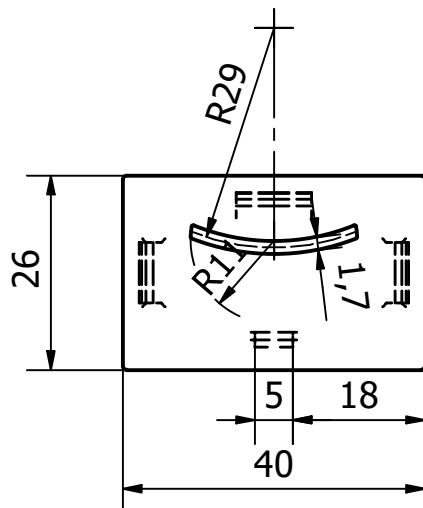
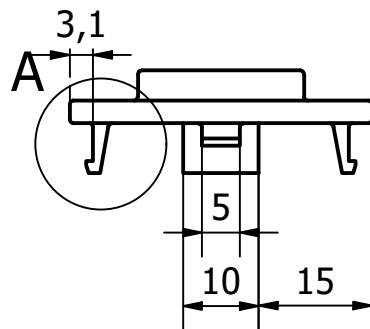
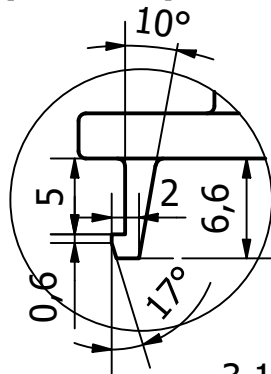
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

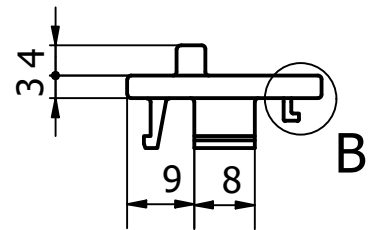
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

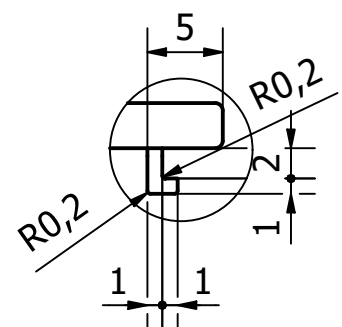
A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



B (2 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

39

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

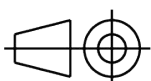
1 : 1

PLANO

Saliente prismático triangular 04

UNIDADES

1



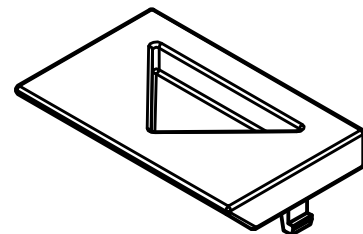
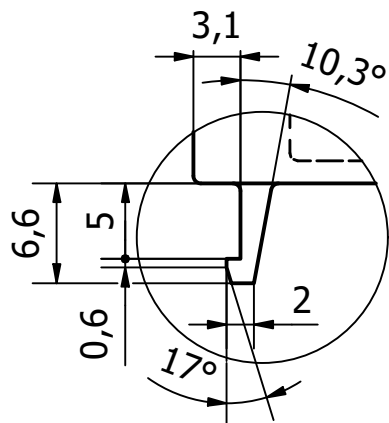
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

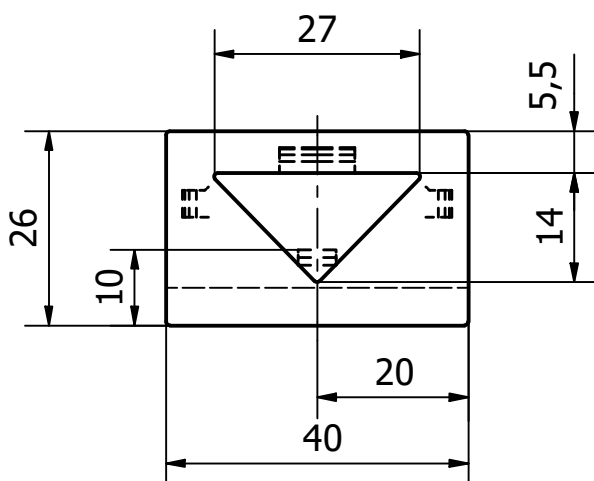
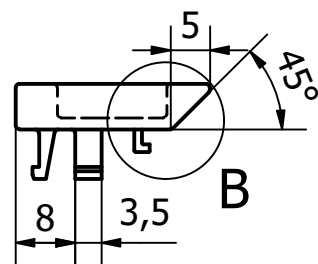
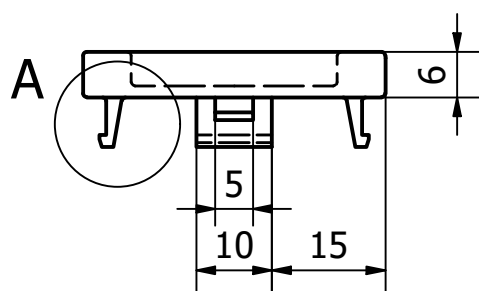
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

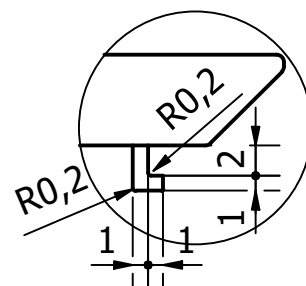
A (2 : 1)



Vista isométrica
(1 : 1)



B (2 : 1)



Radios de redondeo de 0.5 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

40

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

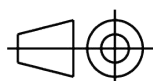
1 : 1

PLANO

Cavidad prismática triangular

UNIDADES

4

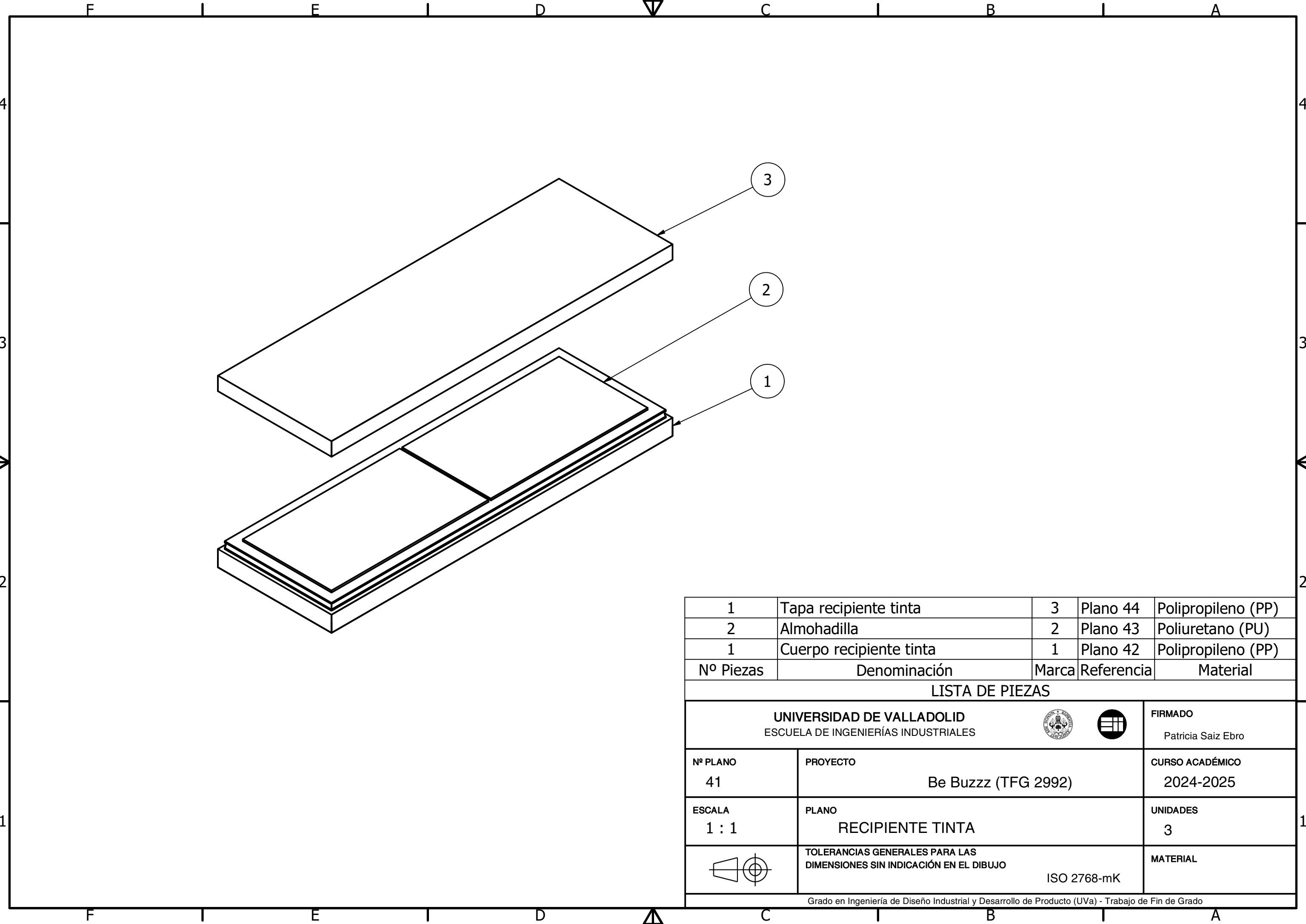


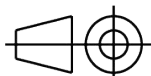
TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

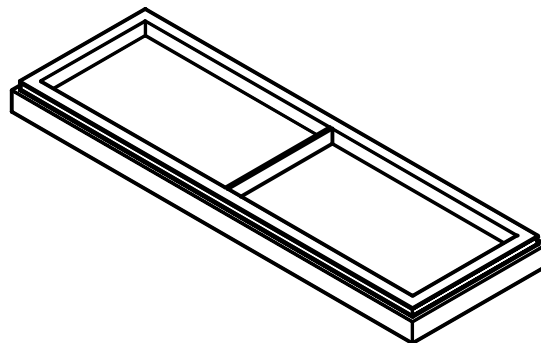
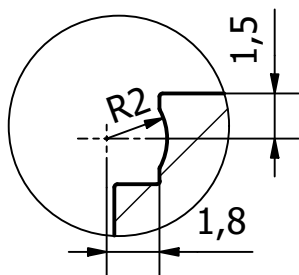
MATERIAL

TPE – Termoplástico
elastómero

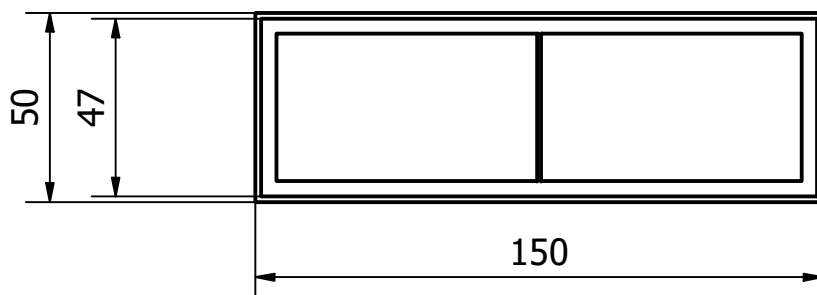
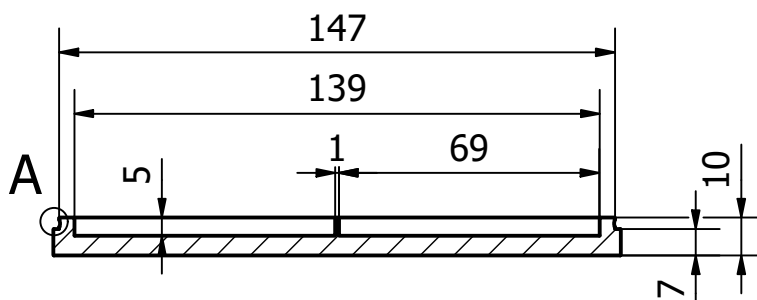


1	Tapa recipiente tinta	3	Plano 44	Polipropileno (PP)
2	Almohadilla	2	Plano 43	Poliuretano (PU)
1	Cuerpo recipiente tinta	1	Plano 42	Polipropileno (PP)
Nº Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material
LISTA DE PIEZAS				
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			 	FIRMADO Patricia Saiz Ebro
Nº PLANO 41	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)			CURSO ACADÉMICO 2024-2025
ESCALA 1 : 1	PLANO RECIPIENTE TINTA			UNIDADES 3
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK			MATERIAL
Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto (UVa) - Trabajo de Fin de Grado				

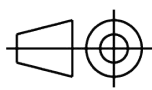
A (4 : 1)

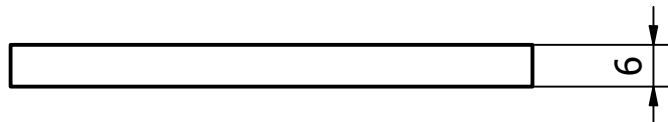
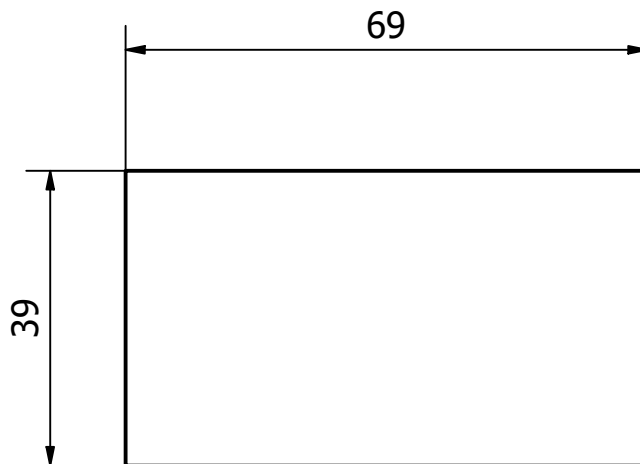


Vista isométrica
(1 : 2)

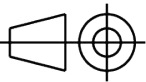


Radios de redondeo de 0.1mm

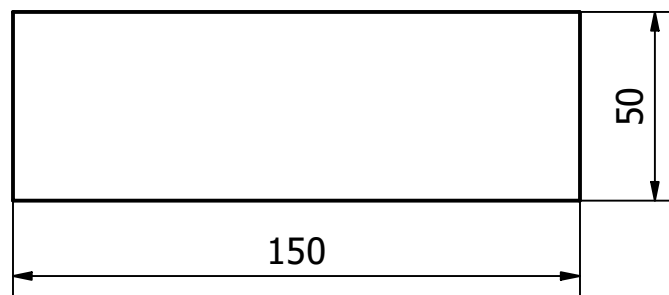
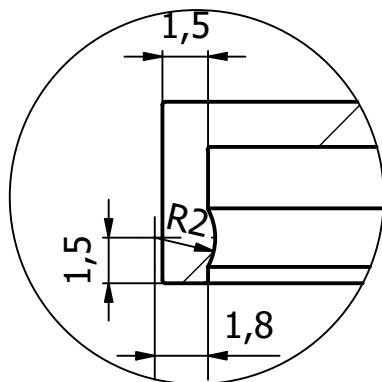
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		 	FIRMADO Patricia Saiz Ebro
Nº PLANO 42	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)	CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1 : 2	PLANO Cuerpo recipiente tinta	UNIDADES 3	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK	MATERIAL Polipropileno (PP)	



Radio de redondeo de 0.1mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		 	FIRMADO Patricia Saiz Ebro
Nº PLANO 43	PROYECTO Be Buzzz (TFG 2992)	CURSO ACADÉMICO 2024-2025	
ESCALA 1: 1	PLANO Almohadilla	UNIDADES 6	
	TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO ISO 2768-mK	MATERIAL Espuma de poliuretano (PU)	

A (4 : 1)



Radios de redondeo de 0.1mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



FIRMADO

Patricia Saiz Ebro

Nº PLANO

44

PROYECTO

Be Buzzz (TFG 2992)

CURSO ACADÉMICO

2024-2025

ESCALA

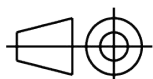
1 : 2

PLANO

Tapa recipiente tinta

UNIDADES

3



TOLERANCIAS GENERALES PARA LAS
DIMENSIONES SIN INDICACIÓN EN EL DIBUJO

ISO 2768-mK

MATERIAL

Polipropileno (PP)

PRESUPUESTO



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Materiales - Elementos Fabricados.....	212
Tabla 3. Elementos Comerciales.	212
Tabla 4. Total del Coste de Material	213
Tabla 5. Mano de Obra Directa (MOD).....	213
Tabla 6. Puesto de trabajo.....	214
Tabla 7. Coste para cada actividad.	215
Tabla 8. Cargas sociales.....	216
Tabla 9. Presupuesto industrial.	217

1. PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el presupuesto que recoge todos los costes que intervienen en la fabricación del juguete educativo *Be buzzz*. El objetivo es estimar de forma aproximada cuánto costaría producir una unidad, teniendo en cuenta no solo los materiales, sino también la mano de obra, el uso de maquinaria y otros gastos necesarios para sacar el producto adelante.

El análisis se divide en varias partes que agrupan tanto los costes directos como los indirectos. Esto ayuda a entender mejor qué peso tiene cada elemento dentro del coste total y a justificar el precio final de venta.

1.1. COSTE DE FABRICACIÓN

El coste de fabricación representa el gasto directo de elaboración del producto y se compone de tres conceptos: Materiales, Mano de obra directa y del Puesto de trabajo.

10.1.1. MATERIALES – Elementos Fabricados

El coste de los materiales es el primer componente dentro del Coste de Fabricación, representando el valor de las materias primas que se transforman directamente en el producto final. En el caso de *Be buzzz*, los materiales principales ya han sido descritos en el apartado de *6. Materiales y Fabricación*.

Este apartado se divide en dos categorías principales según el tipo de material empleado: madera y plásticos (TPE y PP).

La madera de haya, suministrada por *Carpintek*, se compra en listones de 50x50x2000 mm. Como todas las piezas de madera tienen el mismo ancho (50 mm) antes del corte, el cálculo en el presupuesto se basa en la longitud, usando el metro (m) como unidad. Esto hace que sea más sencillo calcular cuánta madera se necesita para cada tipo de pieza.

Dentro de este grupo, las piezas de madera se han clasificado según su longitud final:

- 81,25 mm (para prismas rectangulares y cilindros)
- 50 mm (para cubos y prismas triangulares)

En el caso de las piezas de plástico, se ha estimado su peso aproximado por unidad en kilogramos (kg). El elastómero termoplástico (TPE) se ha utilizado para las 28 piezas con relieve, mientras que el polipropileno (PP) se ha empleado para fabricar las tapas y bases del sistema de estampación.

COSTE DE FABRICACIÓN											
MATERIALES – Elementos Fabricados											
Denominación		Material	Proveedor	NºPiezas	Cantidad					Precio	
					Por Unidad	(magnitud)	Total Neto	% Sobrante	Total Bruto	Unitario	Total
Bloques de Madera (mm)	50 x 50 x 81,25	Madera de Haya	carpintek	6	0,081	m	0,49	2,00%	0,49572	2,25 €	1,12 €
	50 x 50 x 50	Madera de Haya	carpintek	6	0,05	m	0,30	2,00%	0,306	2,25 €	0,69 €
Piezas con relieve		Elastómero Termoplástico (TPE)	Kraiburg TPE	28	0,015	kg	0,42	2,00%	0,4284	2,10 €	0,90 €
Sistema de estampación	Tapa	Polipropileno (PP)	LyondellBasell	3	0,013	kg	0,04	2,00%	0,03978	1,40 €	0,06 €
	Base	Polipropileno (PP)	LyondellBasell	3	0,022	kg	0,07	2,00%	0,06732	1,40 €	0,09 €
										2,85 €	
										SUBTOTAL	

Tabla 1. Materiales - Elementos Fabricados.

10.1.2. MATERIALES – Elementos Comerciales

Además de los componentes fabricados directamente, el juguete *Be buzzz* requiere de una serie de elementos comerciales. Estos son aquellos componentes o materiales que se adquieren ya terminados o semiacabados a proveedores externos. Estos elementos no requieren un proceso de fabricación propio, sino que se integran directamente en el producto final cuando se reciben. Su coste se considera una parte directa del coste de material del juguete.

COSTE DE FABRICACIÓN				
Elementos Comerciales				
	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario (Con IVA)	Importe
Almohadilla de PU + Tinta a base de agua	Noris-Color GmbH	3	0,65 €	1,95 €
Embalaje de cartón corrugado Kraft	Hinojosa Packaging	1	0,40 €	0,40 €
				2,35 €
				SUBTOTAL

Tabla 2. Elementos Comerciales.

Total del Coste de Material

Elementos de fabricación	2,85 €
Elementos Comerciales	2,35 €
COSTO TOTAL DEL MATERIAL	5,20 €

Tabla 3. Total del Coste de Material

Tras calcular el coste de los elementos fabricados y de los elementos comerciales, se obtiene un coste total de materiales por unidad del juguete de 5,20 €.

10.1.3. MANO DE OBRA DIRECTA – MOD

La Mano de Obra Directa representa el coste del personal que participa activamente en la fabricación del juguete. Este apartado incluye únicamente a los operarios cuya labor está directamente ligada a un puesto de trabajo específico y que intervienen en la transformación de los materiales hasta obtener el producto final.

En el caso de *Be buzzz*, se ha optimizado el proceso productivo para que se requiera 31,46 minutos de trabajo por unidad. Este tiempo engloba todas las fases: desde la preparación de las piezas de madera hasta el ensamblaje final, incluyendo el tratamiento superficial, el control de calidad y la inspección.

Mano de Obra Directa								
Operación	Cantidad	Tiempo				Operario	Salario(€/h)	Coste
		Unitario(seg)	Total(seg)	Total(min)	Total(h)			
Fabricación de las piezas de madera								
Sierra Circular	24	2	48	0,800	0,013	Oficial 2º	13,23	0,18 €
Mecanizado CNC	24	40	960	16,000	0,267	Oficial 1º	13,42	3,58 €
Lijado	24	10	240	4,000	0,067	Peón ordinario	12,17	0,81 €
Tratamiento Superficial	24	5	120	2,000	0,033	Peón ordinario	12,17	0,41 €
Fabricación piezas plástico								
Moldeo por Inyección	34	3	102	1,700	0,028	Oficial 1º	13,42	0,38 €
Acabado Superficial	34	3	102	1,700	0,028	Peón ordinario	12,17	0,34 €
Banco de montaje								
Montaje	1	20	20	0,333	0,006	Peón ordinario	12,17	0,07 €
Colocacion de elemenos	1	30	30	0,500	0,008	Peón ordinario	12,17	0,10 €
Calidad								
Inspección de Calidad	1	12	12	0,200	0,003	Oficial 1º	13,42	0,04 €
								5,87 €
								TOTAL

Tabla 4. Mano de Obra Directa (MOD)

El coste total de Mano de Obra Directa por unidad asciende a 5,87 €, una cifra que refleja tanto la eficiencia del proceso como el coste por hora de los operarios implicados.

10.1.4. PUESTO DE TRABAJO

Es el coste generado por el uso de maquinaria e instalaciones en el proceso de fabricación y montaje.

El Puesto de Trabajo (P.T.) representa el coste generado por el uso de la maquinaria y las instalaciones específicas necesarias en cada fase del proceso de fabricación y montaje del juguete. No se refiere al coste de la mano de obra, sino al coste de tener y operar las herramientas, máquinas y espacios productivos.

Para calcular el coste por hora de cada puesto de trabajo, es decir, del uso de las máquinas e instalaciones empleadas en la fabricación, se tienen en cuenta varios factores clave. Entre ellos están el precio de adquisición de la maquinaria, su vida útil estimada en horas, el número de horas de funcionamiento anual y el periodo de amortización previsto. Estos datos permiten establecer de forma precisa cuánto cuesta utilizar cada equipo durante la producción.

A partir de esta información, el coste se separa en distintos componentes que reflejan tanto la inversión inicial como los gastos operativos. El **interés de la inversión (I)** representa el coste de oportunidad del capital invertido en la maquinaria, mientras que la **amortización (A)** permite repartir su valor a lo largo de los años de uso. El apartado de **mantenimiento (M)** contempla las reparaciones y tareas necesarias para conservar el equipo en buen estado, y el consumo de **energía (Eh)** se refiere al gasto eléctrico generado durante su funcionamiento.

PUESTO DE TRABAJO										
Puesto	Precio	Amortización(años)	Funcionamiento(h/años)	Vida prevista(h)	COSTE DEL PUESTO DE TRABAJO					
					I	A	M	Consumo(Kwh)	Eh	Total
Sierra Circular	1.500,00 €	10	2.080	20.800	0,072	0,072	0,029 €	5	1,5	1,673 €
Mecanizado CNC	70.000,00 €	15	2.080	31.200	3,365	2,244	1,346 €	40	12	18,955 €
Moldeo por Inyección	100.000,00 €	15	2.080	31.200	4,808	3,205	1,923 €	30	9	18,936 €
Lijadora	2.000,00 €	10	2.080	20.800	0,096	0,096	0,038 €	10	3	3,231 €
Estación barniz	30.000,00 €	10	2.080	20.800	1,442	1,442	0,577 €	5	1,5	4,962 €
Banco de inspección	500,00 €	10	2.080	20.800	0,024	0,024	0,010 €	0,5	0,15	0,208 €
Banco de montaje	675,00 €	10	2.080	20.800	0,032	0,032	0,013 €	0,05	0,015	0,093 €

Tabla 5. Puesto de trabajo.

Puesto	Total F(€/h)	COSTE PARA CADA ACTIVIDAD	
		Horas	Coste puesto
Sierra Automática	1,67 €	0,013	0,022 €
CNC	18,96 €	0,267	5,055 €
Moldeo por Inyección	18,94 €	0,028	0,537 €
Lijado	3,23 €	0,067	0,215 €
Estación barniz	4,96 €	0,033	0,165 €
Banco de inspección	0,21 €	0,003	0,001 €
Banco de montaje	0,09 €	0,014	0,001 €
			6,00 €
			TOTAL

Tabla 6. Coste para cada actividad.

La tabla "Coste para cada actividad" recoge de forma detallada el tiempo que requiere cada una de las máquinas o puestos de trabajo utilizados en la fabricación de una unidad del juguete *Be buzzz*. Para cada puesto se indica el número de horas necesarias para completar su parte del proceso, lo que permite calcular el coste asociado a su uso en función del precio por hora previamente determinado. Al sumar los costes de todos los puestos involucrados, se obtiene un coste total de puesto de trabajo de 6,00 € por unidad fabricada, lo que refleja el peso de la maquinaria y las instalaciones dentro del proceso productivo.

1.2. MANO DE OBRA INDIRECTA (MOI)

La Mano de Obra Indirecta (MOI) se refiere al coste del conjunto de operarios y personal de apoyo que, aunque están directamente relacionados con la producción, no ejercen una labor directa sobre un puesto de trabajo o no transforman directamente el producto. A diferencia de la Mano de Obra Directa (MOD), este personal realiza funciones de supervisión, planificación, mantenimiento general, logística interna o labores administrativas relacionadas con la fábrica. Su rol es esencial para que la producción se desarrolle de manera fluida y eficiente, aunque no manipulen directamente el juguete.

$$\text{COSTE MOI} = \% \text{ MOI} \times (\text{MOD}) = 7,04 \text{ €}$$

El Coste de la MOI se determina cada año y se calcula como un porcentaje de la Mano de Obra Directa (MOD), ya que a menudo está ligada al volumen de actividad de la producción. En este caso el porcentaje representa el 20%.

1.3. CARGAS SOCIALES

Las cargas sociales representan los costes que asume la empresa en forma de aportaciones obligatorias a diferentes organismos oficiales. Estas contribuciones cubren prestaciones como la Seguridad Social, los accidentes de trabajo, la formación profesional, el seguro de desempleo, el fondo de garantía salarial o la responsabilidad civil, entre otros.

CARGAS SOCIALES	
Seguridad social	14,30%
Accidentes de trabajo	6,62%
Formación profesional	0,40%
Seguro de desempleo	2,06%
Fondo de Garantía Salarial	0,34%
Responsabilidad civil	0,90%
	24,62%

Tabla 7. Cargas sociales.

CARGAS SOCIALES = 24,62% (MOD + MOI) = 3,18 €

Para calcularlas, se aplica un porcentaje sobre la suma de la Mano de Obra Directa (MOD) y la Mano de Obra Indirecta (MOI). En este caso, se ha utilizado un tipo del 24,62%, que representa la suma de todas las cargas sociales, lo que supone un coste de 3,18 € por unidad fabricada. Este valor refleja la parte del gasto laboral que no se traduce en salario directo, pero que es imprescindible para cumplir con la normativa laboral y garantizar la protección social del personal.

1.4. GASTOS GENERALES (G.G.)

Los Gastos Generales representan los costes necesarios para el funcionamiento general de la empresa que no están incluidos en los apartados anteriores. Este concepto abarca, los gastos de administración, suministros, servicios externos o mantenimiento de infraestructuras, entre otros.

Para estimarlos, se aplica un porcentaje sobre el coste de la Mano de Obra Directa (MOD), definido anualmente por la empresa en función de su estructura y necesidades. En este proyecto, se ha considerado un 5%, lo que permite incluir de forma proporcional estos costes indirectos en el cálculo total del producto.

1.5. COSTE TOTAL EN FÁBRICA (Ct)

El Coste Total en Fábrica representa la suma de todos los costes necesarios para fabricar una unidad del juguete *Be buzzz*, incluyendo tanto los gastos directos como los indirectos. Concretamente, se compone del coste de fabricación (materiales, mano de obra directa y puesto de trabajo), junto con la mano de obra indirecta (MOI), las cargas sociales (CS) y los gastos generales (GG).

$$\text{COSTE TOTAL EN FÁBRICA} = \text{C.F} + \text{MOI} + \text{CS} + \text{GG} = 30,22 \text{ €}$$

El resultado de esta suma asciende a 30,22 € por unidad fabricada.

A este valor se le aplica un beneficio industrial, calculado como un 16 % sobre el coste total en fábrica, lo que equivale a 4,83 €. Este margen asegura la rentabilidad del producto y permite cubrir imprevistos o variaciones del mercado.

$$\text{B.i.} = 16\% * \text{Ct} = 4,83 \text{ €}$$

PRESUPUESTO INDUSTRIAL		
Concepto	Precio	
Coste de fabricación	Material	5,20 €
	MOD	5,87 €
	PT	6,00 €
MOI		7,04 €
Cargas Sociales		3,18 €
Gastos generales		2,93 €
Costo total de fábrica		30,22 €
Beneficio industrial		4,83 €
Precio de venta en fábrica		35,05 €
Precio de venta al público		42,06 €

Tabla 8. Presupuesto industrial.

Con todo ello, se obtiene un precio final de venta de 42,06 € por unidad, una cifra que refleja de forma equilibrada los costes reales de producción y el beneficio industrial previsto. Además, este precio se encuentra dentro del rango que los consumidores suelen considerar razonable para un juguete educativo, duradero y resistente, lo que refuerza su viabilidad comercial y su potencial de aceptación en el mercado.

