

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACCESORIOS DE JOYERÍA ELABORADOS
EN METALES PRECIOSOS CONSTITUIDA POR UNA LINEA, APLICANDO
ESTRATEGIAS DE ECO-DISEÑO PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL.**

PEDRO EMERSON CASANOVA NAVARRO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2.012

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACCESORIOS DE JOYERÍA ELABORADOS
EN METALES PRECIOSOS CONSTITUIDA POR UNA LINEA, APLICANDO
ESTRATEGIAS DE ECO-DISEÑO PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL.**

PEDRO EMERSON CASANOVA NAVARRO

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR
EL TITULO DE DISEÑADOR INDUSTRIAL**

**DIRECTOR
JAIRO CÓRDOBA ARANGO
DISEÑADOR INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2.012

DEDICATORIA

A Dios porque todo lo que tengo me lo ha dado El,
A mis padres porque todo lo que soy es gracias a ellos,
A mi hermano por compartir conmigo grandes momentos,
A mi hijo porque todo lo que hago es para él,
A mi amada esposa por elegirme, por su apoyo incondicional, por su empuje y por
estar siempre a mi lado.
A mis compañeros por compartir esta etapa de la vida conmigo
Y a todas aquellas personas que creyeron en mí y que pusieron un granito de
arena para hacer esto posible.

AGRADECIMIENTOS

El autor del presente proyecto agradece a todas aquellas personas que aportaron a la realización de este trabajo:

Al profesor Jairo Córdoba Arango por guiarme en la realización de este proyecto.

A los profesores de Diseño Industrial en general, por brindarme todos sus conocimientos.

A mis amigos por su apoyo incondicional y porque a pesar de todo siempre creyeron en mí.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	25
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	27
1.1. TITULO	27
1.2. RESPONSABLES DEL PROYECTO	27
1.3. ENTIDADES INTERESADAS EN EL PROYECTO	27
1.4. JUSTIFICACION	27
1.5. OBJETIVO GENERAL	29
1.6. OBJETIVOS ESPECIFICOS	29
1.7. ALCANCES DEL PROYECTO.	29
2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	31
2.1. EXPLOTACIÓN MINERA	31
2.2. LOS MINERALES, RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES	33
2.3. RESERVAS MUNDIALES DE ORO Y PLATA	35
2.4. JOYERÍA Y METALES PRECIOSOS	38
2.5. JOYERÍA EN SANTANDER	39
2.6. ECO-DISEÑO	40
2.7. CICLO DE VIDA	41
2.8. MINERÍA URBANA	41
2.9. METALES PRECIOSOS EN APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (AEE)	42
3. ECODISEÑO PILOT - Una Herramienta Para La Aplicación Práctica -	45
3.1. PENSAR EN EL CICLO DE VIDA	48

3.2. SELECCIONAR LOS OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS DE MEJORA	50
3.3. IDENTIFICAR MEDIDAS DE ECO-DISEÑO CON LAS LISTAS DE COMPROBACIÓN	51
3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO	53
3.5. EVALUACIÓN Y EJECUCIÓN DE DECISIONES DE DISEÑO	54
4. FASE 1: SELECCIÓN DEL PRODUCTO	56
4.1. QUÉ PRODUCTO VA A SER SELECCIONADO	56
4.2. REDISEÑO O NUEVO PRODUCTO	56
5. FASE 2: SELECCIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO	57
6. FASE 3: DEFINICIÓN DEL MARCO DEL PROYECTO	58
6.1. MOTIVANTES DEL PROYECTO	58
6.2. OBJETIVOS DE ECO-DISEÑO	58
6.3. PERIODO DE TIEMPO	58
7. FASE 4: PREPARACIÓN DEL PROYECTO	61
7.1. PENSANDO EN EL CICLO DE VIDA	61
7.1.1. Definición de las Fases del Producto	61
7.1.1.1. Extracción de la materia prima:	62
7.1.1.2. Producción en Fábrica	64
7.1.1.3. Distribución:	68
7.1.1.4. Uso:	69
7.1.1.5. Final de Vida:	70
7.1.2. Análisis de las Entradas y Salidas del Sistema	72
7.1.2.1. Extracción de la materia prima	72
7.1.2.2. Producción en Fábrica:	73
7.1.2.3. Distribución:	73
7.1.2.4. Uso	74

7.1.2.5. Final de Vida:	74
7.1.3. Identificar los Impactos Ambientales del Producto	75
7.2. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS Y MEDIDAS	84
7.2.1. Identificar Objetivos y Selección de Estrategias de Eco-Diseño	84
7.2.2. Selección de Medidas de Mejora	86
7.3. IMPLEMENTACIÓN DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO	99
7.3.1. Transformar Medidas de Mejora en Posibles Cambios de Diseño del Producto	99
7.3.2. Aclarar la tarea	100
7.3.3.2. Especificaciones del producto.	101
7.3.3. Búsqueda de Soluciones Aplicables al Producto	103
7.3.3.1. De lo general a lo específico.	103
7.3.4. Definir Solución en Detalle.	112
7.3.4.1. Lluvia de Ideas	112
7.3.4.2. Alternativas	114
7.3.4.3. Evaluación de Alternativas.	132
7.3.4.4. Evaluación de Modelos por los Usuarios.	143
7.4. EVALUACIÓN Y EJECUCIÓN DE DECISIONES DE DISEÑO	153
7.4.1. Establecer Soluciones con Estrategias y Medidas	153
7.4.2. Ejecutar Decisiones de Diseño	154
7.4.2.1. Diseños Aretes y Dijes para Alternativas Finales	154
7.4.2.2. Alternativas Finales	158
7.4.2.3. Planos Técnicos Alternativas Finales	161
7.4.2.4. Diagrama de Producción.	171
7.4.3. Hacer Seguimiento de los Objetivos de Eco-Diseño	171
7.5. COSTOS DE MANUFACTURA	175
7.6. PIEZAS DE JOYERÍA	183
8. IDENTIDAD GRAFICA	195
8.1. LOGO	195

9. EMPAQUE Y ETIQUETA	200
9.1. EMPAQUE	200
9.2. ETIQUETA	202
10. CONCLUSIONES	205
11. RECOMENDACIONES	206
BIBLIOGRAFIA	207
ANEXOS	210

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: El papel de la recuperación y el reciclado en el proceso de los productos.	34
Figura 2: Reservas Mundiales de Oro.	36
Figura 3: La producción mundial entre los años 2000-2009. Crecimiento de la producción mundial durante la última década.	37
Figura 4: La producción mundial según los estados en millones de onzas.	38
Figura 5: Ciclo de vida del producto.	41
Figura 6: Representación Esquemática del Enfoque de Eco-Diseño para la Mejora de los Productos.	47
Figura 7: 5 Fases del Ciclo de Vida del Producto.	48
Figura 8: Herramientas para la Clasificación de los Productos.	49
Figura 9: Interface del Asistente de ECODESIGN PILOT.	50
Figura 10: Elemento de la lista de comprobación del ECODESIGN PILOT.	52
Figura 11: Las 3 Fases Fundamentales para el Desarrollo de Productos.	54
Figura 12: Ciclo de vida del producto.	61
7.1.1.1. Extracción de la materia prima:	62
Figura 13: Etapas de la Extracción de Metales Preciosos (oro y plata).	62
Figura 14: Etapas de la Producción de Joyería (oro y plata).	64
Figura 15: Etapas de la Distribución de Joyería (oro y plata).	69
Figura 16: Etapas del Uso de Joyería (oro y plata).	70
Figura 17: Etapas del Final de vida de Joyería (oro y plata).	71
Figura 18: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Obtención de Materia Prima.	72
Figura 19: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Producción en Fábrica.	73
Figura 20: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Distribución.	74
Figura 21: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Uso.	74
Figura 22: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Final de Vida.	75
Figura 23: Paso 1 para determinar el tipo base del producto.	77

Figura 24: Paso 2 para determinar el tipo base del producto.	78
Figura 25: Paso 3 para determinar el tipo base del producto.	79
Figura 26: Paso 4 para determinar el tipo base del producto.	80
Figura 27: Paso 5 para determinar el tipo base del producto.	81
Figura 28: Paso 6 para determinar el tipo base del producto.	82
Figura 29: Paso 7 para determinar el tipo base del producto.	83
Figura 30: Selección de Estrategias de Eco-Diseño para Piezas de Joyería.	86
Figura 31: Lista de Verificación para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material; Medida 1	87
Figura 32: Lista de Verificación para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material; Medida 2	88
Figura 33: Lista de Verificación para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material; Medida 3	88
Figura 34: Lista de Verificación para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material; Medida 4	89
Figura 35: Resultados para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material.	90
Figura 36: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 1	91
Figura 37: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 2	92
Figura 38: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 3	92
Figura 39: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 4	93
Figura 40: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 5	93
Figura 41: Resultados para la Estrategia Reciclaje de Materiales.	94
Figura 42: Lista de Verificación para la Estrategia optimización del tipo y cantidad de materiales en el proceso de producción; Medida 1	95
Figura 43: Lista de Verificación para la Estrategia optimización del tipo y cantidad de materiales en el proceso de producción; Medida 2	96
Figura 44: Resultados para la Estrategia optimización del tipo y cantidad de materiales en el proceso de producción.	97
Figura 45: Selección de Medidas de Mejora para Piezas de Joyería.	99
Figura 46: Descomposición de los Problemas.	104

Figura 47: Lingotes de Oro.	106
Figura 48: Lingotes de Plata.	106
Figura 49: Gemas.	107
Figura 50: Metales Preciosos Reciclados.	108
Figura 51: Desglose en Función de Diseño Teniendo en cuenta los Requerimientos	109
Figura 52: Desglose en Función de diseño de las Piezas de Joyería	110
Figura 53: Máquina de Prototipado Rápido Solidscape.	111
Figura 54: Lluvia de Ideas, Iconografía.	112
Figura 55: Lluvia de Ideas, Patrones Geométricos.	113
Figura 56: Alternativa N° 1.	114
Figura 57: Alternativa N° 2.	115
Figura 58: Alternativa N° 3.	116
Figura 59: Alternativa N° 4.	117
Figura 60: Alternativa N° 5.	118
Figura 61: Alternativa N° 6.	119
Figura 62: Alternativa N° 7.	120
Figura 63: Alternativa N° 8.	121
Figura 64: Alternativa N° 9.	122
Figura 65: Alternativa N° 10.	123
Figura 66: Alternativa N° 11.	124
Figura 67: Alternativa N° 12.	124
Figura 68: Alternativa N° 13.	125
Figura 69: Alternativa N° 14.	126
Figura 70: Alternativa N° 15.	127
Figura 71: Alternativa N° 16.	128
Figura 72: Alternativa N° 17.	129
Figura 73: Alternativa N° 18.	130
Figura 74: Alternativa N° 19.	131
Figura 75: Alternativa N° 20.	132
Figura 76: Propuestas Aretes para Alternativa N° 8.	154
Figura 77: Propuestas Aretes para Alternativa N° 10.	155
Figura 78: Propuestas Dijes para Alternativa N° 8.	156

Figura 79: Propuestas Dijes para Alternativa N° 10.	156
Figura 80: Propuestas Aretes y Dije para Alternativa N° 17.	157
Figura 81: Alternativas Finales Juego Firenze.	158
Figura 82: Alternativas Finales Juego Pteron.	159
Figura 83: Alternativas Finales Juego Etnia.	160
Figura 84: Planos Técnicos Anillo Firenze.	161
Figura 85: Planos Técnicos Candonga Firenze.	162
Figura 86: Planos Técnicos Dije Firenze.	163
Figura 87: Planos Técnicos Anillo Pteron.	164
Figura 88: Planos Técnicos Candonga Pteron.	165
Figura 89: Planos Técnicos Dije Pteron.	166
Figura 90: Planos Técnicos Anillo Etnia.	167
Figura 91: Planos Técnicos Candonga Etnia –Pieza Frontal-.	168
Figura 92: Planos Técnicos Candonga Etnia –Pieza Posterior-.	169
Figura 93: Planos Técnicos Dije Etnia.	170
Figura 94: Diagrama de Producción Sistema de Producto Piezas de Joyería.	171
Figura 95: Eliminación de Procesos en la Etapa de Obtención de Material.	172
Figura 96: Nueva Etapa de Obtención de Material.	173
Figura 97: Análisis de entradas y salidas en la Nueva Etapa de Obtención de Materia Prima.	174
Figura 98: Ceras Anillo Firenze	183
Figura 99: Ceras Anillo y Candonga Pteron.	184
Figura 100: Ceras Anillo y Candonga Etnia.	185
Figura 101: Anillo Firenze.	186
Figura 102: Candonga Firenze.	187
Figura 103: Dije Firenze.	188
Figura 104: Anillo Pteron.	189
Figura 105: Candonga Pteron.	190
Figura 106: Dije Pteron.	191
Figura 107: Anillo Etnia.	192
Figura 108: Candonga Etnia.	193
Figura 109: Dije Etnia.	194
Figura 110: Alternativas de Logo	195

Figura 111: Alternativas de Fuentes	196
Figura 112: Logo Colección Nova	197
Figura 113: Alternativa 1 de Paletas de Color	197
Figura 114: Alternativa 2 de Paletas de Color	198
Figura 115: Paleta de Color Seleccionada	198
Figura 116: Logo Final	199
Figura 117: Desarrollo de Empaque.	200
Figura 118: Empaque y Etiqueta.	201
Figura 119: Desarrollo de Etiqueta.	202
Figura 120: Etiqueta Final	203
Figura 121: Poster	204

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Eficiencia de reciclado de materiales presentes en una PC y un monitor de 14 pulgadas.	43
Tabla 2: Fases de eco-diseño metodología PILOT.	46
Tabla 3: Cronograma de Actividades.	59
Tabla 4: Objetivos de mejora y estrategias de eco-diseño para productos base tipo A.	84
Tabla 5: Objetivos de Mejora, Evaluación, Posibles Opciones de Mejora y Estrategias de Eco-diseño Seleccionadas.	85
Tabla 6: Medidas de mejora para Piezas de Joyería.	98
Tabla 7: Cambios Detallados de Diseño.	100
Tabla 8: Declaración de la Misión.	101
Tabla 9: Requerimientos de Eco-Diseño.	102
Tabla 10: Requerimientos Técnicos.	102
Tabla 11: Requerimientos Humanos.	102
Tabla 12: Requerimientos Formales.	103
Tabla 13: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 1.	133
Tabla 14: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 2.	133
Tabla 15: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 3.	134
Tabla 16: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 4.	134
Tabla 17: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 5.	135
Tabla 18: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 6.	135
Tabla 19: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 7.	136
Tabla 20: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 8.	136
Tabla 21: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 9.	137
Tabla 22: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 10.	137

Tabla 23: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 11.	138
Tabla 24: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 12.	138
Tabla 25: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 13.	139
Tabla 26: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 14.	139
Tabla 27: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 15.	140
Tabla 28: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 16.	140
Tabla 29: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 17.	141
Tabla 30: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 18.	141
Tabla 31: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 19.	142
Tabla 32: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 20.	142
Tabla 33: Evaluación de Requerimientos de Alternativas.	143
Tabla 34: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 6.	144
Tabla 35: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 7.	145
Tabla 36: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 8.	146
Tabla 37: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 10.	147
Tabla 38: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 12.	148
Tabla 39: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 14.	149
Tabla 40: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 17.	150
Tabla 41: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 19.	151
Tabla 42: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 20.	152
Tabla 43: Valor Promediado en Diferencial Semántico para Alternativas	153
Tabla 44: Selección de Alternativas Finales	153
Tabla 45: Costos Prototipado Rápido Colección NOVA.	175
Tabla 46: Costos Matriz y Molde Anillo Firenze.	175
Tabla 47: Costos Matriz y Molde Candonga Firenze.	176
Tabla 48: Costos Matriz y Molde Dije Firenze.	176
Tabla 49: Costos Matriz y Molde Anillo Pteron.	176
Tabla 50: Costos Matriz y Molde Candonga Pteron.	177
Tabla 51: Costos de Matriz y Molde Dije Pteron.	177
Tabla 52: Costos Matriz y Molde Anillo Etnia.	177

Tabla 53: Costos Matriz y Molde Candonga Etnia Frontal.	178
Tabla 54: Costos Matriz y Molde Candonga Etnia Posterior.	178
Tabla 55: Costos Matriz y Molde Dije Etnia.	178
Tabla 56: Costos Piezas Finales Anillo Firenze.	179
Tabla 57: Costos Piezas Finales Anillo Firenze.	179
Tabla 58: Costos Piezas Finales Candonga Firenze.	179
Tabla 59: Costos Piezas Finales Candonga Firenze.	180
Tabla 60: Costos Piezas Finales Dije Firenze.	180
Tabla 61: Costos Piezas Finales Dije Firenze.	180
Tabla 62: Costos Piezas Finales Anillo Pteron.	181
Tabla 63: Costos Piezas Finales Candonga Pteron.	181
Tabla 64: Costos Piezas Finales Dije Pteron.	181
Tabla 65: Costos Piezas Finales Anillo Etnia.	182
Tabla 66: Costos Piezas Finales Candonga Etnia Frontal.	182
Tabla 67: Costos Piezas Finales Candonga Etnia Posterior.	182
Tabla 68: Costos Piezas Finales Dije Etnia.	183

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Basura Electrónica	210
Anexo 2. Oro: Colores, Aleaciones y propiedades	215
Anexo 3: Plata	217
Anexo 4: Encuestas	218
Anexo 5: Conclusiones de encuestas y entrevistas	220

GLOSARIO

Eco-diseño: La definición del término eco-diseño, es la generación de productos sin daño al medio ambiente, que ayuda a definir la dirección de las decisiones que se toman en el diseño.

El eco-diseño conduce hacia una producción sostenible y un consumo más racional de recursos, siendo una metodología de diseño de los productos orientada, al ciclo de vida del producto considerando el uso eficiente de los recursos naturales y que combina las mejores prácticas con respecto a la innovación, reducción de costos integrándola a los aspectos ambientales¹.

Ciclo de vida: El ciclo de vida de un producto es el conjunto de etapas desde la extracción y procesamiento de sus materias primas, la producción, comercialización, transporte, utilización, hasta la gestión final de sus residuos.

Los impactos ambientales globales que genera un producto tienen su origen en un consumo elevado de recursos, energía y en la generación de emisiones contaminantes directas o indirectas que tienen como consecuencia el agotamiento de los recursos naturales, los impactos sobre la salud humana y la disminución de la calidad ambiental, tanto en el entorno humano como en el natural.

Producción Limpia (PL): La filosofía de la PL empezó a mediados de los ochenta y hoy en día forma parte de la política medioambiental de la mayoría de los países desarrollados, y cada vez más de algunos países en desarrollo. Es una estrategia

¹ ILUSTRADOS. El ecodiseño como propuesta para el futuro ecológico. Consultado: 12-junio-2012. Disponible en: <http://www.ilustrados.com/tema/8385/Ecodiseno-como-propuesta-para-futuro-ecologico.html>

de gestión empresarial preventiva aplicada a productos, procesos y organización del trabajo, cuyo objetivo es minimizar emisiones tóxicas y de residuos, reduciendo así los riesgos para la salud humana y ambiental, y elevando simultáneamente la competitividad. Ello resulta de cinco acciones, sean éstas combinadas o no, consistentes en la minimización y consumo eficiente de insumos, agua y energía, minimización del uso de insumos tóxicos; minimización del volumen y toxicidad de todas las emisiones que genere el proceso productivo, el reciclaje de la máxima proporción de residuos en la planta y si no, fuera de ella; y reducción del impacto ambiental de los productos en su ciclo de vida (desde la planta hasta su disposición para el consumo final)².

Prototipado rápido: Es un proceso asistido por computadora, utilizado para fabricar artículos de plástico, metal o cerámica. También conocida como "Additive Technology". Ya que su proceso de fabricación es ir añadiendo material capa a capa³.

Joyería: Especialidad de trabajo en metales, piedras preciosas y semipreciosas, dedicadas exclusivamente a la línea de producción de alhajas y objetos cuya función específica es decorativa y preferentemente personal, basada en la tecnología orfebre, platera, talla, engaste e incrustación.

Joya: Consiste en prendas ornamentales llevadas en el cuerpo, que generalmente se fabrican con piedras y metales preciosos, aunque también se pueden emplear materiales de menor valor. De hecho, prácticamente cualquier tipo de material se ha utilizado para fabricar joyas.

² UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Producción limpia: Alternativa de solución frente al problema de la contaminación. Consultado: 14-Agosto-/2012. Disponible en: www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/.../produccionlimpia.doc

³ WIKIPEDIA. Prototipado rápido. Consultado: 15-octubre-2012. Disponible en : http://es.wikipedia.org/wiki/Prototipado_r%C3%A1pido

Quilates: Es un término que se utiliza para describir el peso de perlas y piedras preciosas, o el grado de pureza de los metales preciosos

Oro de 18 quilates: Es la combinación de 750 partes de oro fino con 250 partes de otro u otros metales, (plata, cobre, etc.) para proporcionarle cualidades mecánicas que el oro puro no presenta, como rigidez, solidez y color.

Plata ley 925: También llamada plata británica, contiene una aleación conformada por 92.5% de plata pura y 7.5% de cobre.

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACCESORIOS DE JOYERÍA ELABORADOS EN METALES PRECIOSOS CONSTITUIDA POR UNA LÍNEA, APLICANDO ESTRATEGIAS DE ECO-DISEÑO PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL *.

AUTOR: CASANOVA NAVARRO PEDRO EMERSON**

PALABRAS CLAVES: Diseño, PILOT, Reciclaje, Estrategias, Oro, Plata, Ecodiseño, Joyería, Ciclo de Vida.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto es proponer un método para diseñar y construir piezas de joyería en metales preciosos por medio de la aplicación de estrategias de eco-diseño, con ello se busca, comenzar a crear un alivio a una problemática ambiental que genera la producción de este tipo de productos; para abordar dicha hipótesis el proyecto primero se fundamentará en metodologías del eco-diseño, y de esta forma generar un concepto valido de joyería con metales preciosos amigables con el medio ambiente. Específicamente se trabajara con base en la metodología PILOT (Investigación de Producto, Aprendizaje y Herramienta de Optimización) para el desarrollo de productos sostenibles desarrollada por Wolfgang Wimmer y Rainer Züst, y la herramienta virtual de eco-diseño PILOT (<http://www.ecodesign.at/pilot/>);. Asimismo se constituirá un equipo multifuncional, integrado por la academia y la empresa donde se produce y se vende las piezas de joyería, ya que se espera que el proyecto sea tomado como referente para la producción de joyería amigable con el medio ambiente en el sector joyero de Santander.

Con todo lo anterior este trabajo presenta una propuesta de diseño fortalecido con estrategias y medidas de eco-diseño, análisis del ciclo de vida, lo que permiten generar un Sistema de Producto en donde se tienen en cuenta todas las fases de este e igualmente reducir el impacto ambiental en comparación con la joyería elaborada con metales preciosos o materia prima extraídos de forma tradicional.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial, Director CÓRDOBA ARANGO, JAIRO

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND JEWELLERY ACCESSORIES MADE IN PRECIOUS METALS FORMED BE A LINE, APPLYING ECO-DESIGN STRATEGIES THAT IT REDUCE THE ENVIRONMENTAL IMPACT*.

AUTHOR: CASANOVA NAVARRO PEDRO EMERSON**

KEY WORDS:

Design, PILOT, recycling, strategies, gold, silver, ecodesign, jewelry, life cycle.

DESCRIPTION

The objective of this project is to propose a method for design and build pieces of jewel's in precious metals through the application of eco-design strategies, this seeks, start to create a relief to environmental problems, generated in the process to work out of this kind of products; for approach this hypothesis, first the project will be based on the eco-design methodologies, and thus generate a valid concept jewelry with precious metals friendly with the environment. Specifically working methodology based on the PILOT (Product Investigation, Learning and Optimization Tool) for development of sustainable products to create by Wolfgang Wimmer y Rainer Züst and virtual tool of eco-design PILOT , (<http://www.ecodesign.at/pilot/>); Also be established a multifunctional team, composed of academia and the factory where are produced and sold the jewelry pieces. The expectations of the project are to become taken as a reference for the build of the jewelry environmentally friendly in the jeweler sector of Santander.

With the above, this project presents a design proposal, strengthened it with strategies and measures of eco-design, life cycle analysis, thereby generating a system product in where everything phases are taken into account. It also reduces environmental impact compared with the jewelry elaborate in raw material extracted from the traditional way.

* Degree Project

** Faculty: Physic-Mechanics. Career: Industrial Design. Director: CORDOBA ARANGO, JAIRO.

INTRODUCCIÓN

La conservación del medio ambiente ocupa un lugar muy importante en la sociedad actual. Cada día crece más la preocupación por los problemas que se han venido presentando en el entorno natural, como consecuencia del modo de vida al que nos hemos estado acostumbrando. La explotación minera, es una de las actividades que genera más daños ambientales en la actualidad, petróleo, carbón, oro, plata entre otros; son algunos de los productos que más se extraen, además, es importante mencionar que estas industrias generan gran impacto en la economía mundial.

La Joyería mueve alrededor de 72.000 millones de dólares al año,⁴ siendo Estados Unidos el país que más importa este tipo de productos con un 42%, seguido de Reino Unido con el 15%, Francia con el 11%, Japón 8% y Alemania 6%.⁵ Por otra parte, la joyería cumple un papel relevante en el comportamiento y forma de vivir de la sociedad, en gran medida a que se usa en diferentes actividades y eventos cotidianos; por tal motivo se utilizan herramientas sofisticada en los procesos de fabricación, además de elementos químicos que generan un impacto negativo en el medio ambiente.

Es aquí donde cabría preguntarse si el modelo de producción de la joyería debe necesariamente tener un impacto negativo, o de otra forma ser un modelo insostenible para el medio ambiente. La respuesta es no, y es lo que se propone demostrar en este proyecto de investigación y diseño. Pues es posible analizar el

⁴ Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo. Caracterización Ocupacional de la Cadena Productiva de la Joyería en Colombia (2005) Bucaramanga, Colombia. Pág: 24.

⁵ Bucaramanga, Alcaldía de Bucaramanga, IMEBU. Estudios de mercados del sector de joyería en el exterior (2011), Pág: 7

ciclo de vida para identificar e intervenir en dichos procesos, y de algún modo disminuir estos problemas ambientales que ellos generan.

Se propone, plantear métodos de fabricación que reduzcan el impacto ambiental con estrategias de eco-diseño y/o Innovar en la fabricación de estos productos, proyectar dicho método al sector joyero de la región y concientizar de alguna manera a los usuarios para que utilicen productos amigables con el medio ambiente para que generen un alivio ecológico. Estas estrategias estarán enmarcadas en el desarrollo propuesto por la metodología de eco-diseño PILOT.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. TITULO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACCESORIOS DE JOYERÍA ELABORADOS EN METALES PRECIOSOS CONSTITUIDA POR UNA LINEA, APLICANDO ESTRATEGIAS DE ECO-DISEÑO PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL.

1.2. RESPONSABLES DEL PROYECTO

Los responsables de este proyecto son el estudiante de Diseño industrial Pedro Emerson Casanova Navarro, bajo la orientación y asesorías del Diseñador Industrial Jairo Córdoba Arango, docente de la Universidad Industrial De Santander.

1.3. ENTIDADES INTERESADAS EN EL PROYECTO

- Universidad Industrial de Santander
- Escuela de Diseño Industrial

1.4. JUSTIFICACION

Históricamente los metales preciosos siempre se han considerado como símbolo de poder adquisitivo, son sinónimo de distinción y de estatus económico, por tal motivo el mercado de joyería siempre ha existido aun en las peores crisis

económicas. Cada año el mercado mundial de joyería oscila alrededor de los 72.000 millones de dólares, siendo Colombia participante con 19 millones de dólares equivalentes a menos del 1% del mercado total,⁶ permitiéndonos incursionar en el mercado con nuevos productos e innovando en el diseño y la forma de producción.

Por otra parte, la minería tradicional genera un impacto ambiental que causa un enorme daño ecológico en las zonas donde esta se da. Según un estudio de *Yokohama Metal Co Ltd* una firma de reciclaje en Japón; se demuestra que por cada tonelada de extracción minera se produce en promedio 5 gramos de oro,⁷ y no solo esto, también se debe tener en cuenta la contaminación de las aguas, contaminación auditiva, erosión y la destrucción del hábitat de la biodiversidad que se presenta en las zonas de extracción minera.

En la actualidad esta problemática no está lejos de la sociedad colombiana, ni si quiera de la región santandereana, pues existen multinacionales extranjeras que pretenden realizar explotación minera en el Paramo de Santurban lo que generaría un enorme daño ambiental para la región. Por estos motivos, la industria de la minería y la joyería está siendo observada con recelo por la explotación de recursos y sus procesos productivos respectivamente, características que la perfilan como industrias no sostenibles. De ahí que se ve la necesidad desde lo académico de aportar en el proceso productivo y/o en el diseño de piezas de joyería, implementado estrategias de eco-diseño que desarrollen un Sistema de Producto que reduzca el impacto ambiental.

⁶ Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo. Caracterización Ocupacional de la Cadena Productiva de la Joyería en Colombia (2005) Bucaramanga, Colombia. Pág: 24.

⁷ SIEMPRE, Minería Urbana –El Oro de los Celulares- Consultado: 03-Marzo-2012 Disponible en: <http://www.siempre.com.mx/2011/11/mineria-urbana-el-oro-de-los-celulares/>

1.5. OBJETIVO GENERAL

Por medio de la metodología de ECODISEÑO PILOT, diseñar una línea de piezas de joyería elaboradas con metales preciosos que reduzca el impacto ambiental frente a la joyería tradicional; y que sirva de referente en el sector joyero de la región.

1.6. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las fases críticas en el ciclo de vida de los productos de joyería.
- Proponer estrategias de eco-diseño para reducir el impacto ambiental generado por el desarrollo de productos de joyería.
- Diseñar una familia de piezas de joyería con base en las estrategias de eco-diseño planteadas.
- Proponer un sistema de producto que sea referente para el sector joyero de la región.
- Proponer un método para el desarrollo de piezas de joyería con tecnología regional.
- Implementar en el mercado una variedad de productos de joyería elaborados con metales preciosos que procuren causar menor impacto ambiental que los actuales, debido al origen de los materiales.

1.7. ALCANCES DEL PROYECTO.

- Se utilizara tecnología regional.
- Diseño de una familia de 6 piezas de joyería con base en conceptos básicos de diseño.
- Fabricación de 3 piezas de joyería elaboradas principalmente con oro y/o plata.

- Desarrollo de la identidad gráfica de las piezas de joyería desarrolladas en este proyecto.
- Diseño del mapa y proceso de producción del producto.
- Al concluir el proyecto se espera haber realizado un aporte significativo de diseño para con el medio ambiente y que sea referente para el sector joyero de la región.

2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

El análisis de la información se realizó con base en referencias bibliográficas, informes de Greenpace, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y datos del Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, entre otras fuentes; el contraste de datos dio pie para identificar una problemática de impacto ambiental que se subdividió en cuatro partes: la explotación minera, la joyería, el ciclo de vida de los productos y en menor grado la basura electrónica. Esta problemática se complementó con la metodología PILOT (ver capítulo tres) para encontrar estrategias de eco-diseño que estructurarán el desarrollo del Sistema de Producto planteado en el proyecto.

2.1. EXPLOTACIÓN MINERA

En la actualidad los grandes impactos generados por la explotación minera hacen que esta se ubique entre los más destructivos y contaminantes del planeta. Dicha afirmación se refleja en la prohibición de algunos tipos de minería que comienzan lentamente a hacerse más frecuentes: minería a cielo abierto, la extracción con cianuro de sodio y minería de uranio⁸.

El problema reside que en estos procesos de extracción y operación minera de grandes proporciones, concurren una serie de factores que conducen a la utilización de elementos necesarios para realizar el procedimiento de obtención del material deseado. En el desarrollo de esta actividad se utilizan grandes cantidades de explosivos generalmente en zona geográficas altas (entre 2.500 a

⁸ Padilla, César. Minería: ¿desarrollo o amenaza para las comunidades en América Latina?, Editado por el Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, OCMAL, junio 2010.

4.500 m). Asimismo, dichas explosiones son producidas por "tiros de mina" con gran cantidad de cartuchos por vez, que producen el derrumbe de cientos de toneladas de roca, provocando nubes de polvo, las cuales son arrastradas por los vientos cordilleranos y transformadas en lluvia ácida⁹, además de esto, se utilizan martillos neumáticos para hacer perforaciones. Este proceso puede durar entre 2 y 3 horas dependiendo del número de perforaciones y la dureza de la roca¹⁰.

Ahora bien, en los procesos de trituración y separación de los metales de la roca estéril se riegan gran cantidad de químicos como el mercurio (Hg) cianuro (CN) entre otros, y un consiguiente lavado con agua, generando montañas de roca y desechos líquidos que forman restos denominados las "escombreras" y los "diques de cola", respectivamente. Durante el proceso de centrifugado del concentrado, se producen millones de litros de agua, que contienen los desechos los cuales son volcados a piletas o en muchos casos a cursos de agua cercanos¹¹.

Los compuestos minerales existentes en las montañas que contienen yacimientos de oro y cobre, son sulfuros y arseniuros, que sumados a los nitratos resultantes de los explosivos utilizados, y al estar en contacto con el oxígeno del aire y el agua, producen ácidos y sales que son arrastrados por el agua hacia los diques de cola.

Si a esto le sumamos la débil legislación que existe actualmente en Colombia, la cual facilita la extracción de materiales por parte de multinacionales quienes disfrazan los daños ecológicos con el concepto de minería moderna. También es necesario ver la problemática surgida desde el punto de vista social, que pone en

⁹ ALDECOA Y SU LUCHA, El Impacto de la Mega Minería, Agosto de 2006, Aldecoa, José Jorge consultado el 17-febrero-2012 <http://jorgealde.blogspot.com/>

¹⁰ Pedraza, J.E., Arias M.T., Neira G., Montaje de una planta piloto demostrativa para el proceso de minerales auroargentíferos. Memoria para optar al Título de Ingeniero Metalúrgico, Escuela de Ingeniería Metalúrgica, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

¹¹ ALDECOA Y SU LUCHA, El Impacto de la Mega Minería, Agosto de 2006, Aldecoa, José Jorge consultado el 17-febrero-2012 <http://jorgealde.blogspot.com/>

vilo la noción de desarrollo, pues si bien, la minería aporta empleo, comercio, activación económica local y regional; también acarrea problemas de tipo social como la prostitución, alcoholismo, la inseguridad y la explotación de trabajadores. De dicha forma, todos estos factores contribuyen a la justificación de un análisis profundo de la minería en el país¹².

Cabe señalar que esta situación se puede presentar en Santander, con el proyecto planteado por una multinacional para la extracción de metales en el Páramo de Santurbán, que por el momento fue negado pero que sigue impulsándose y continua generando malestar en la comunidad que se muestra en desacuerdo.

2.2. LOS MINERALES, RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

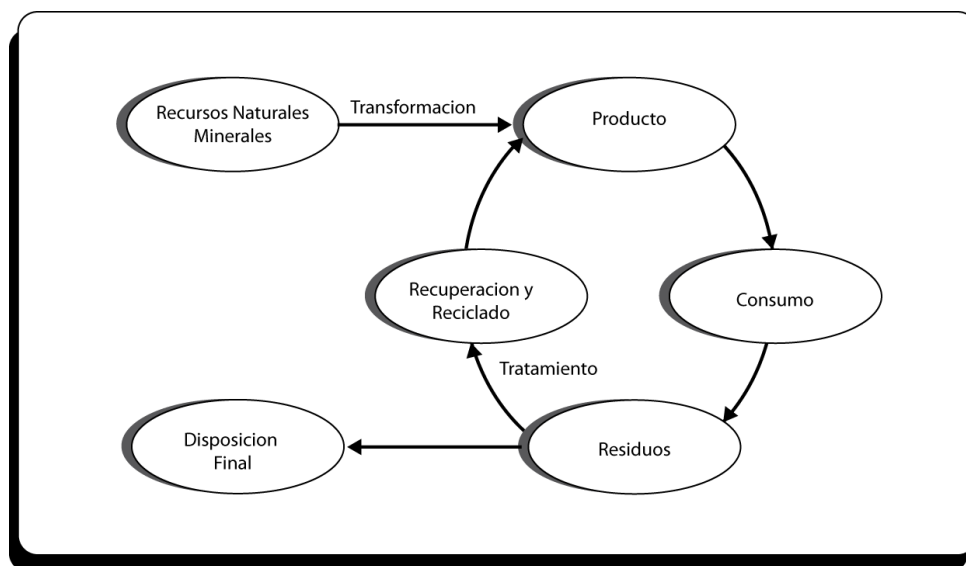
La sociedad hoy en día demuestra una creciente preocupación por el lugar donde habita, esto ha conllevado al aumento de inquietudes y reacciones de gran trascendencia dentro de las cuales se destacan: el reconocimiento de la existencia de problemas ambientales locales, la búsqueda de soluciones con base en el mercado, el desarrollo de servicios y productos sostenibles. De otro lado, se ha tomado conciencia sobre la posibilidad de que algún día, tarde o temprano, los recursos naturales se agotaran, provocando una crisis mundial tanto económica como ambiental.

Teniendo en cuenta lo anterior y sabiendo que los minerales como recursos naturales limitados y no renovables son los que dan origen a los metales, y que el excesivo consumo de estos ha dado lugar a que las reservas disminuyan de un modo alarmante. Se han tomado medidas como la de aumentar los recursos y reservas mineras explotables o mejorar y optimizar la recuperación y el reciclado

¹² Padilla, César. Minería: ¿desarrollo o amenaza para las comunidades en América Latina?, Editado por el Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, OCMAL, junio 2010.

de metales. Una de las medidas más realizables y que se aplica en muchos países es el reciclaje; de esta forma, es necesario observar que cualquiera que sea el tipo de material o producto (metales, papel, virio, plástico...) su ciclo de vida se desarrolla según unas etapas: materia prima, transformación, producto, utilización, residuo y tratamiento de este y disposición final¹³ (Ver Figura 1).

Figura 1: El papel de la recuperación y el reciclado en el proceso de los productos.



Fuente: Pardevé Iivia, Walter. Reciclado industrial de metales, una aproximación, ECOE ediciones, Bogotá 2006. Pág. 5

Sin embargo, es consiente afirmar que resulta imposible realizar una recuperación perfecta y un reciclaje ideal, esto se debe a razones como: Las formas físicas o químicas bajo las que se presentan algunos elementos o sustancias en los residuos, la energía necesaria para la recuperación, la falta de tecnologías necesarias y la obtención de algunos subproductos sin mercado posible¹⁴.

¹³ Pardevé Iivia, Walter. Reciclado industrial de metales, una aproximación, ECOE ediciones, Bogotá 2006

¹⁴ Ibid

Con todo lo señalado anteriormente es posible decir que la razón de ser del reciclado y recuperación de los metales se da debido a la conservación y ahorro de los recursos naturales, como también de energía (si se compara el gasto energético con la extracción del material) y la disminución de los residuos finales en vertederos o escombreras; conllevando a la conservación del medio ambiente y ahorro monetario en economías nacionales.

2.3. RESERVAS MUNDIALES DE ORO Y PLATA

Al hablar de reservas mundiales de oro y plata se refiere a la cantidad de material de estos minerales tanto en minas como extraídos que algunos gobiernos y/o empresas privadas tienen resguardadas para su posterior uso ya sea en la economía o en la fabricación de productos.

En lo que concierne al oro, el World Gold Council (Consejo Mundial del Oro) ha publicado una actualización de las 'Reservas oficiales mundiales de oro a Agosto 2011. La lista la encabeza Estados Unidos con 8.133,5 toneladas, que representan el 74,2% de sus reservas en divisas. Alemania continúa en 2º lugar con 3.401,0 toneladas de oro, el 71.4% de sus reservas en divisas. Colombia ocupa el lugar 71 con unas reservas de 6,9 toneladas que representan el 1,1% de sus reservas en divisas¹⁵ (Ver Figura 2).

¹⁵ ORO Y FINANZAS, Lista de las reservas mundiales oficiales de oro – Agosto/2011, 12-Agosto-2011, Consultado 5-febrero-2012, <http://www.oroymasfinanzas.com/2011/08/lista-de-las-reservas-mundiales-oficiales-de-oro-agosto2011/>

Figura 2: Reservas Mundiales de Oro.



WORLD OFFICIAL GOLD HOLDINGS
International Financial Statistics, August 2011*

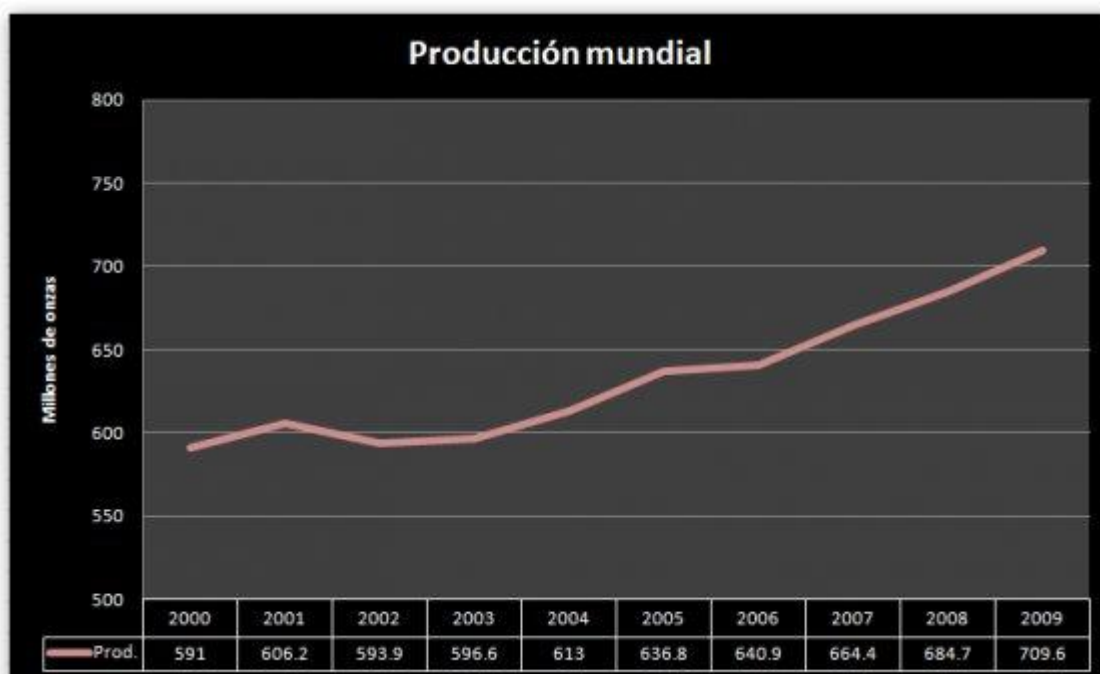
	Tonnes	% of reserves**		Tonnes	% of reserves**
1 United States	8,133.5	74.2%	51 Brazil	33.6	0.5%
2 Germany	3,401.0	71.4%	52 Slovakia	31.8	64.6%
3 IMF	2,814.0	¹⁾	53 Ukraine	27.7	3.6%
4 Italy	2,451.8	71.2%	54 Ecuador	26.3	33.1%
5 France	2,435.4	66.2%	55 Syria	25.8	5.9%
6 China	1,054.1	1.6%	56 Morocco	22.0	4.6%
7 Switzerland	1,040.1	17.8%	57 Cyprus	13.9	56.0%
8 Russia	836.7	7.7%	58 Serbia	13.7	4.7%
9 Japan	765.2	3.3%	59 Bangladesh	13.5	6.2%
10 Netherlands	612.5	58.9%	60 Netherlands Antilles	13.1	33.5%
11 India	557.7	8.7%	61 Jordan	12.8	5.0%
12 ECB	502.1	31.3%	62 Czech Republic	12.6	1.4%
13 Taiwan	423.6	5.0%	63 Cambodia	12.4	14.9%
14 Portugal	382.5	85.1%	64 Qatar	12.4	3.1%
15 Venezuela	365.8	60.8%	65 Sri Lanka	11.8	7.5%
16 Saudi Arabia	322.9	3.3%	66 Laos	8.9	33.5%
17 United Kingdom	310.3	15.9%	67 Latvia	7.7	4.8%
18 Lebanon	286.8	29.6%	68 El Salvador	7.3	11.4%
19 Spain	281.6	40.2%	69 CEMAC ²⁾	7.1	0.0%
20 Austria	280.0	54.7%	70 Guatemala	6.9	5.2%
21 Belgium	227.5	38.2%	71 Colombia	6.9	1.1%
22 Algeria	173.6	4.7%	72 Macedonia	6.8	11.7%
23 Philippines	153.8	11.0%	73 Tunisia	6.7	3.8%
24 Libya	143.8	5.6%	74 Ireland	6.0	13.4%
25 Thailand	127.5	3.3%	75 Lithuania	5.8	4.0%
26 Singapore	127.4	2.5%	76 Bahrain	4.7	¹⁾
27 Sweden	125.7	11.9%	77 Mauritius	3.9	6.6%
28 South Africa	125.0	12.1%	78 Canada	3.4	0.3%
29 BIS ²⁾	119.0	¹⁾	79 Slovenia	3.2	13.8%
30 Turkey	116.1	5.7%	80 Aruba	3.1	21.7%
31 Greece	111.5	79.0%	81 Hungary	3.1	0.3%
32 Mexico	105.9	3.8%	82 Tajikistan	3.0	¹⁾
33 Romania	103.7	9.2%	83 Kyrgyz Republic	2.6	6.5%
34 Poland	102.9	4.6%	84 Mozambique	2.3	4.9%
35 Australia	79.9	8.7%	85 Luxembourg	2.2	10.6%
36 Kuwait	79.0	13.2%	86 Suriname	2.1	12.4%
37 Egypt	75.6	12.7%	87 Hong Kong	2.1	0.0%
38 Indonesia	73.1	3.1%	88 Mongolia	2.0	3.8%
39 Kazakhstan	70.4	9.9%	89 Iceland	2.0	1.3%
40 Denmark	66.5	3.8%	90 Papua New Guinea	2.0	2.9%
41 Pakistan	64.4	16.1%	91 Trinidad and Tobago	1.9	0.9%
42 Argentina	54.7	5.1%	92 Albania	1.6	2.8%
43 Finland	49.1	22.1%	93 Yemen	1.6	1.3%
44 Bulgaria	39.9	10.8%	94 Cameroon	0.9	0.0%
45 Korea	39.4	0.6%	95 Honduras	0.7	1.1%
46 Belarus ⁴⁾	38.9	41.4%	96 Paraguay	0.7	0.7%
47 WAEMU ³⁾	36.5	11.9%	97 Dominican Republic	0.6	1.0%
48 Malaysia	36.4	1.3%	98 Gabon	0.4	0.0%
49 Bolivia	35.3	16.4%	99 Malawi	0.4	7.3%
50 Peru	34.7	3.7%	100 Mauritania	0.4	5.1%

Fuente: <http://www.oroymas.com/2011/08/lista-de-las-reservas-mundiales-oficiales-de-oro-agosto2011/>

Por otra parte la mayor parte de la plata ya ha sido consumida, y la plata obtenida a través del reciclaje no es cantidad suficiente, la demanda crece gracias a la expansión de las naciones asiáticas, así que la producción minera es el componente imprescindible para el mercado.

La producción en el año 2009 fue: 709,6 millones de onzas = 22068 toneladas (Ver Figura 3). Las reservas de la plata en el mundo son: Alrededor de 13.000 millones de onzas. Así que tenemos plata como máximo para 18 años. (Si no aumenta la extracción anual)¹⁶.

Figura 3: La producción mundial entre los años 2000-2009. Crecimiento de la producción mundial durante la última década.



Fuente: <http://www.bolsalibre.es/articles/view/Plata3>

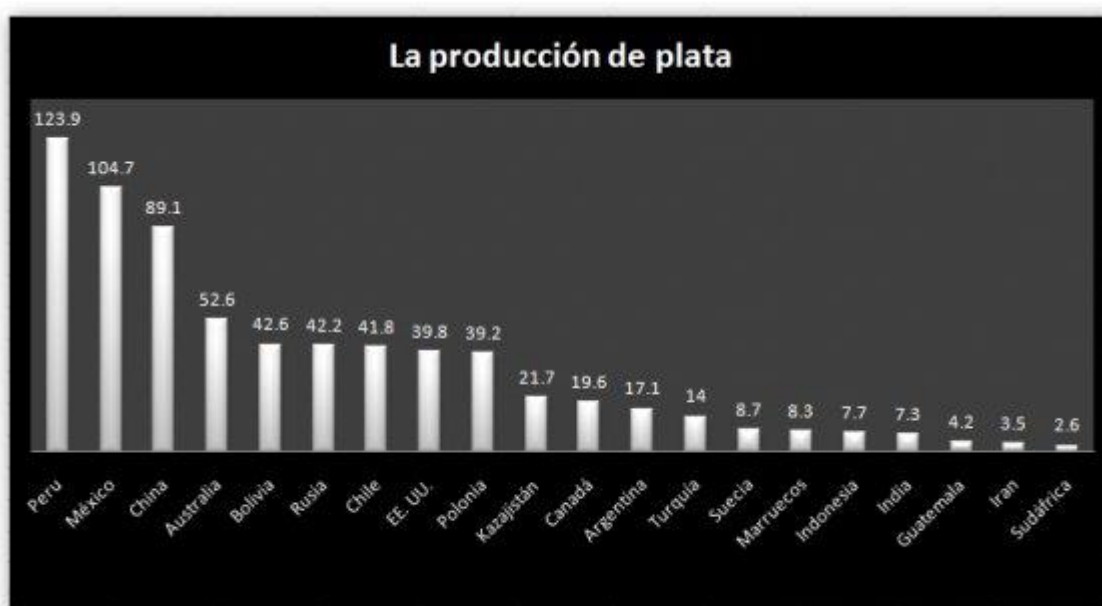
El productor más grande de plata es Perú. En este país se extraen más de 120 millones de onzas anuales, que representan el 17,46% de toda la producción mundial. Las reservas de plata en Perú se estiman en más de 3800 millones de onzas (30% de las reservas mundiales). El segundo país en esta lista, es México con 104.7 millones onzas anuales, que igualmente posee grandes reservas. Solamente la compañía minera **Fresnillo**, tiene reservas que superan los 1200

¹⁶ BOLSA LIBRE, Plata La Producción Minera, 20-Enero-2011, Consultado 5-Febrero-2012, <http://www.bolsalibre.es/articles/view/Plata3>

millones de onzas. En Perú y México se produce más del 32% de toda plata mundial, lo que los convierte en países importantes para el futuro.

Otros países que extraen grandes cantidades son: China, Australia, Bolivia, Rusia, Chile, Estados Unidos, Polonia y Kazajistán. La zona más importante es América Latina que produce la mitad de toda la plata mundial (Ver Figura 4).

Figura 4: La producción mundial según los estados en millones de onzas.



Fuente: <http://www.bolsalibre.es/articles/view/Plata3>

2.4. JOYERÍA Y METALES PRECIOSOS

El mercado global de joyería es de gran importancia para la economía mundial. De las 2.700 toneladas de oro extraído de la tierra en 2011, 1.750 toneladas se utilizaron en la fabricación de joyas. Esto equivale a algo más del 70% del oro extraído, el 30% restante es utilizado en negocios de inversión, en piezas

odontológicas y en artículos electrónicos¹⁷. Por otra parte, según el United States Geological Survey (USGS), la producción de plata en el mundo en el 2011, fue de 23.800 toneladas, el 70% del mineral tiene como fin la industria tecnológica, y el 30% restante se utiliza para la joyería incluyendo aquí la fabricación de monedas¹⁸.

Esto demuestra que a pesar de las crisis económicas, los productos de joyería con metales preciosos siguen siendo apetecidos en el mercado mundial, pues estos son considerados como símbolos de estatus social.

2.5. JOYERÍA EN SANTANDER

Bucaramanga cuenta con una tradición joyera de gran importancia; el sector de la ciudad cuenta con más de 340 microempresas, que van desde talleres artesanales hasta empresas con tecnologías de fabricación de punta. Además, las ventas promedio del sector ascienden a más de dos mil millones de pesos mensuales¹⁹, lo que nos demuestra la importancia económica que constituye la joyería en Bucaramanga.

En el área metropolitana de Bucaramanga la producción mensual en promedio asciende a 379.724 gramos de metales preciosos (oro y plata), siendo el 15.88% joyas en oro, 36.09% joyas en plata y 48.03% joyas en oro-plata²⁰, y donde los productos que más se fabrican son anillos (31%), aretes (28%), dijes (15%) y otros como cadenas, aros, gargantillas, medallas en menor cantidad.

¹⁷ WORLD GOLD COUNCIL, supply and demand statistics, 7-Enero-2012, Consultado: 05-Febrero-2012 www.research.gold.org/supply_demand/

¹⁸ UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, Mineral Commodity Summaries 2012, Enero-2012, Consultado: 07-Febrero-2012 <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2012/mcs2012.pdf>

¹⁹ Base de datos Cámara de Comercio de Bucaramanga junio de 2003.

²⁰ Ibid

2.6. ECO-DISEÑO

Nuestro planeta se encuentra amenazado por la contaminación mundial generada por desechos sólidos que no son biodegradables.

Esto ha creado una creciente preocupación por el medio ambiente, lo que se refleja en la cantidad de gobiernos que han tomado consciencia de la importancia del manejo de los desechos sólidos. Además, existe un importante aumento de consumidores que, preocupados por la situación, apuestan por todo aquello que pueda ser reciclable o considerado de alguna manera como no dañino para el medio ambiente.

El eco-diseño conduce hacia una producción sostenible y un consumo más racional de los recursos²¹. Se enfoca en el ciclo de vida del producto, siendo esta parte integral de su aplicación; desde la obtención de materias primas – que en muchos casos son recursos naturales-, hasta su reintegro al ciclo mismo al final de su vida útil.

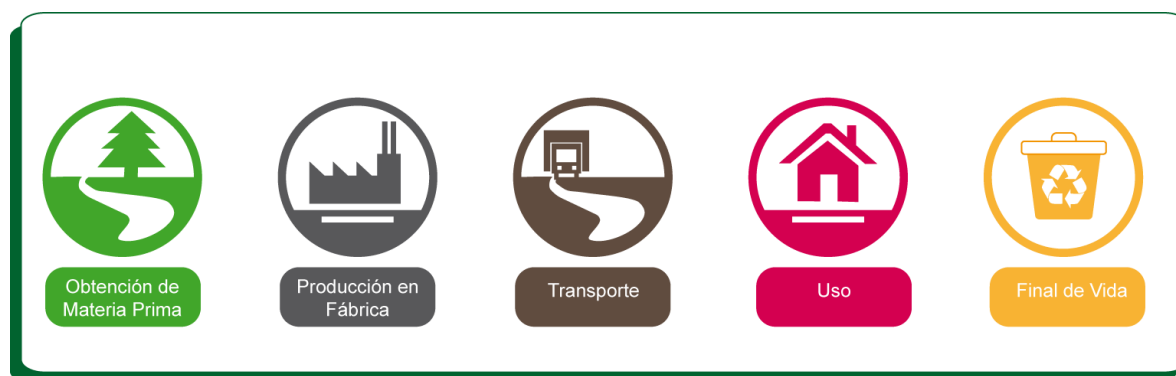
Pensar en eco-diseño, es pensar en minimizar los costos de producción, el consumo de materiales y recursos, optimizar la calidad de los productos, mejorar la vida útil de estos, utilizar tecnologías más limpias y minimizar los costos de manejo de residuos y desechos. En este proceso se le asigna al ambiente el mismo ‘status’ que a los aspectos del diseño más tradicionales: formal, funcional, formal - estético, humano, entre otros. En algunos casos, el ambiente puede incluso resaltar los valores tradicionales del ámbito comercial.

²¹ ECODISEÑO CENTRO AMERICA, ¿Qué es Eco-diseño?, Consultado: 12-Febrero_2012, http://www.cegesti.org/ecodiseno/que_es.htm

2.7. CICLO DE VIDA

El ciclo de vida de un producto es el conjunto de etapas o fases que tiene un producto, desde la extracción y procesamiento de sus materias primas, la producción, comercialización, transporte, utilización, hasta la gestión final de sus residuos²² (Ver Figura 5).

Figura 5: Ciclo de vida del producto.



Fuente: Autor.

Los impactos ambientales globales que genera un producto tienen su origen en un consumo elevado de recursos, energía y en la generación de emisiones contaminantes directas o indirectas que tienen como consecuencia el agotamiento de los recursos naturales, los impactos sobre la salud humana y la disminución de la calidad ambiental, tanto en el entorno humano como en el natural.

2.8. MINERÍA URBANA

Antes de explicar el concepto, es bueno conocer un poco el contexto. Los aparatos eléctricos y electrónicos son una mezcla compleja de cientos de

²² Joan Rieradevall y Joan Vinyets, *Ecodiseño y ecoproductos*, Barcelona, Rubes Ed., 2000.

materiales, muchos de los cuales pueden y deben recuperarse y reciclarse; muchas de las tecnologías de punta utilizan elementos denominados tierras raras y minerales diversos, estos elementos los encontramos en productos que van desde autos, teléfonos móviles y computadoras hasta armas avanzadas.

El precio y comercio de estos elementos se encuentra sujeto a los caprichos de una potencia mundial, China. Sucede que China es dueña del 97% de la producción y del 37% de las reservas de las tierras raras, y existe la posibilidad que China restrinja las exportaciones de estos elementos.²³

En este contexto, Japón es altamente dependiente de China para su desarrollo tecnológico, y eso es potencialmente peligroso. Esto ha llevado a las empresas japonesas a buscar alternativas, y una de ellas es mirar en la basura. Japón es uno de los países con mayor basura tecnológica del mundo, y con base a ello, creo el concepto de minería urbana²⁴.

La minería urbana no es más que el aprovechamiento de la basura electrónica para la extracción de metales preciosos y tierras raras que se presentan en productos que ya han sido desechados. Literalmente, se ha encontrado oro en la basura.

2.9. METALES PRECIOSOS EN APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (AEE)

Los aparatos eléctricos y electrónicos están compuestos por un 25% de componentes reutilizables, un 72% de materiales reciclables (plásticos, metales

²³ LA INFORMACION.COM, Minería Urbana, 20-October-2011. Consultado 3-Febrero-2012, <http://todoproductosfinancieros.com/mineria-urbana/>

²⁴ Ibid

ferrosos, aluminio, cobre, oro, níquel, estaño de las placas, etc.) y un 3% de elementos potencialmente tóxicos: plomo, mercurio, berilio, selenio, cadmio, cromo, sustancias halogenadas, clorofluocarbonos, bifenilos policlorados, policloruro de vinilo, ignífugos como el arsénico y el amianto, entre otros²⁵.

Entre los AEE más usados a diario, los teléfonos celulares y las computadoras son los que poseen la tasa más alta de reciclado. Más del 90% de sus partes pueden ser recicladas ya que son fáciles de desensamblar, reutilizar y reciclar; el porcentaje más alto de eficiencia anual de reciclado en una computadora lo tienen los metales; siendo el oro el que encabeza la lista²⁶ (Ver tabla 1).

Tabla 1: Eficiencia de reciclado de materiales presentes en una PC y un monitor de 14 pulgadas.

Elemento	Contenido (%del peso total)	Peso en Kg	Eficiencia Anual de Reciclado
Plásticos	22,90	6,26	20%
Aluminio	14,17	3,86	80%
Acero	20,47	5,58	80%
Estaño	1,01	0,27	70%
Cobre	6,93	1,91	90%
Níquel	0,85	0,51	80%
Zinc	2,20	1,32	60%
Indio	0,00	<0,1	60%
Oro	0,00	<0,1	99%
Rutenio	0,00	<0,1	80%

Fuente: Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC). 1998. Electronics Industry Environmental Roadmap. Austin, TX: (MCC).

²⁵ Plataforma Regional de Residuos Electrónicos de PC en Latinoamérica y el Caribe. Enero 2010, Destino final de los equipos electrónicos obsoletos de usuarios corporativos de TIC en Argentina. Pág: 6. Buenos Aires, Argentina: Trufó, Verónica.

²⁶ Greenpeace. Marzo 2012, Minería Y Basura Electrónica –El Manejo Irracional De Los Recursos-. pág: 8. Buenos Aires, Argentina.

A pesar de estar presente en muy bajas cantidades en celulares y computadoras, el oro es considerado un “metal noble” lo que significa que puede ser reciclado una infinita cantidad de veces si se lo lleva a su estado más puro.

Ahora haciendo un análisis entre el proceso de extracción del oro y lo que se puede recuperar de AEE se halló que realizando una proyección conservadora, para producir 1 gramo de oro se necesitaran: 380 litros de agua, 2 litros de gasoil, 43,6 kwh electricidad, 1,1 kilogramos de explosivos y 850 gramos cianuro de sodio²⁷.

Por otro lado, en Argentina se desecharon más de 10 millones de celulares en el año 2011, con un peso promedio de 100 gramos por teléfono, reciclar estos artefactos retiraría 1.000 toneladas de residuos potencialmente peligrosos de los vertederos, ya que además de oro, plata y cobre, los AEE contienen sustancias peligrosas como las que ya se mencionaron²⁸.

Teniendo en cuenta estos datos se puede pensar que durante un año (2011), se pueden recuperar 228kg de oro, 1.750kg de plata, 81.000 kg de cobre y sin contar otros metales y tierras raras que también se recuperan.

Para terminar, al analizar estos datos se puede pensar en la recuperación de metales preciosos no renovables contenidos en los AEE, pues se reduce el impacto ambiental no solo al sacar estos productos de los vertederos de residuos sólidos urbanos, si no también, al reducir la extracción de este tipo de metales por medio de la minería tradicional.

²⁷ Greenpeace. Julio 2011, Barrick: minería responsable de destruir los glaciares. pág: 5. Buenos Aires, Argentina. “El cálculo es conservador debido a que se tomaron las cifras oficiales del Informe de Impacto Ambiental de la empresa Barrick Gold para su emprendimiento Pascua Lama”.

²⁸ Greenpeace. Noviembre 2011, “El lado toxico de la telefonía móvil, pág: 9. Buenos Aires, Argentina.

3. ECODISEÑO PILOT - Una Herramienta Para La Aplicación Práctica -

El ECODISEÑO PILOT (**P**roduct **I**nvestigation, **L**earning and **O**ptimization **T**ool): - Investigación de Producto, Aprendizaje y Herramienta de Optimización para el desarrollo de productos sostenibles desarrollada por Wolfgang Wimmer y Rainer Züst- se diseñó como una herramienta para integrar los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto, la cual apoya el proceso de toma de decisiones y encuentra las medidas apropiadas para mejorarlo ambientalmente.

En otras palabras, la metodología ofrece un procedimiento de evaluación del diseño del producto, siendo un enfoque de aprendizaje para ampliar la comprensión de un asunto tan complejo como el eco-diseño. Ésta se creó con el objetivo de estimular el interés en la innovación relacionada con el medio ambiente y proporcionar informaciones claras sobre cómo implementarla en productos específicos, tal como la joyería.

Esta herramienta está destinada a ingenieros en desarrollo de productos, expertos ambientales y diseñadores industriales, así como a los empleados involucrados en la implementación de sistemas de manejo ambiental.

El apoyo real que ofrece PILOT consiste en la disponibilidad de documentos de trabajo proporcionados en forma de listas de comprobación generadas individualmente que contienen las instrucciones sobre 'cómo hacer qué' con respecto a la aplicación de eco-diseño para el trabajo de diseño diario en las

compañías. Adicionalmente brinda consejos claros y muestra ejemplos de productos²⁹.

La metodología PILOT está dividida en 4 fases de eco-diseño, cada fase tiene sus respectivas etapas de metodología (Ver Tabla 2), las fases 1, 2 y 3 corresponden a la identificación del producto, formación del equipo y el marco del proyecto.

Tabla 2: Fases de eco-diseño metodología PILOT.

FASES DE ECO-DISEÑO	ETAPAS DE LA METODOLOGIA
1. Selección del Producto	Que producto va a ser seleccionado. Rediseño o nuevo producto.
2. Formación del Equipo	Que personas formaran el equipo
3. Definición del Marco del Proyecto	Motivantes del proyecto Objetivos Periodo de tiempo
4. Preparación del Proyecto	
4.1. Pensando en el Ciclo de Vida	Definir las Fases del Producto Análisis de las Entradas y Salidas del Sistema Identificar los Impactos Ambientales del Producto
4.2. Selección de Estrategias y Medidas	Identificar de Objetivos de Mejora Identificar de Estrategias de Eco-Diseño adecuadas para el Proyecto Identificar de las Medidas de Mejora
4.3. Implementación del Desarrollo del Producto	Identificar Posibles Cambios de Diseño del Producto Aclarar la tarea Búsqueda de Soluciones Aplicables al Producto Definir Solución en Detalle
4.4. Evaluación y Ejecución de Decisiones de Diseño	Establecer Soluciones con Estrategias y Medidas. Ejecutar Decisiones de Diseño. Hacer Seguimiento de los Objetivos.

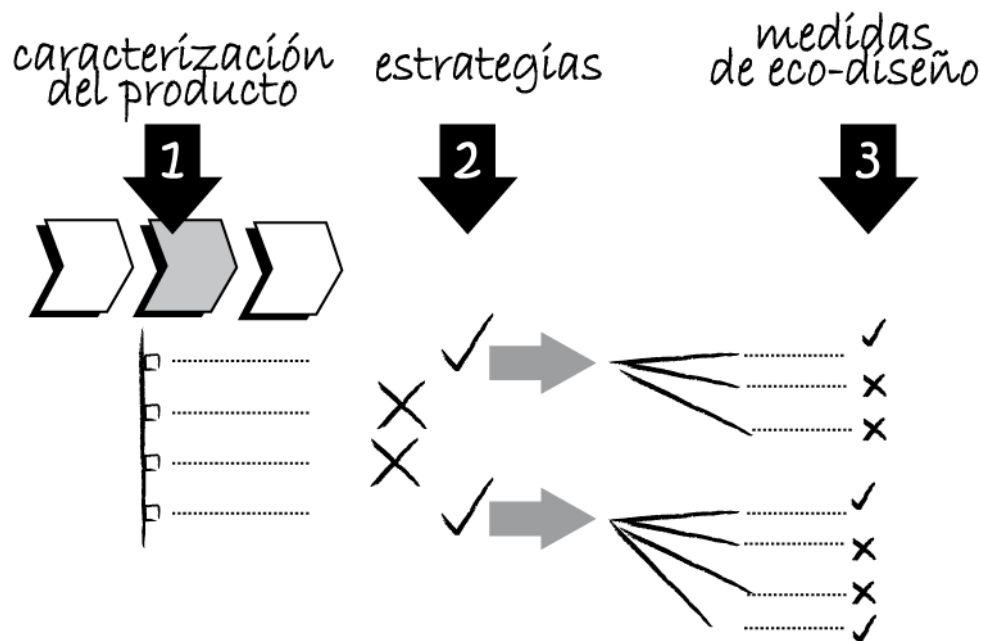
Fuente: Autor

²⁹ Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2003

Para la fase 4 que corresponde a la preparación del proyecto se le dedicara una explicación profunda pues es la fase con más relevancia en la metodología.

En la metodología PILOT para el proceso de diseño o rediseño de productos es importante primero lograr una caracterización del producto, esto se refiere identificar en el ciclo de vida la fase que causa el mayor impacto ambiental; luego se debe seleccionar las estrategias de eco-diseño a utilizar para después determinar las medidas de eco-diseño más relevantes y que tienen mayor influencia para una mejora eficaz de un producto (Ver Figura 6).

Figura 6: Representación Esquemática del Enfoque de Eco-Diseño para la Mejora de los Productos.



Fuente: Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Pág. 56.

La aplicación del ECODISEÑO PILOT a productos específicos consta de un procedimiento de cinco pasos que se explican a continuación:

3.1. PENSAR EN EL CICLO DE VIDA

Pensar en el Ciclo de Vida (PCV) identifica las fases y procesos análisis de entradas y salidas dentro del ciclo de vida del producto (Ver Figura 7), que tienen o podrían tener impactos ambientales significativos.

Figura 7: 5 Fases del Ciclo de Vida del Producto.



Fuente: Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Pág. 9

El resultado de esta evaluación ambiental es una descripción específica del producto. El ECODISEÑO PILOT caracteriza los productos dividiéndolos en tipos básicos como:

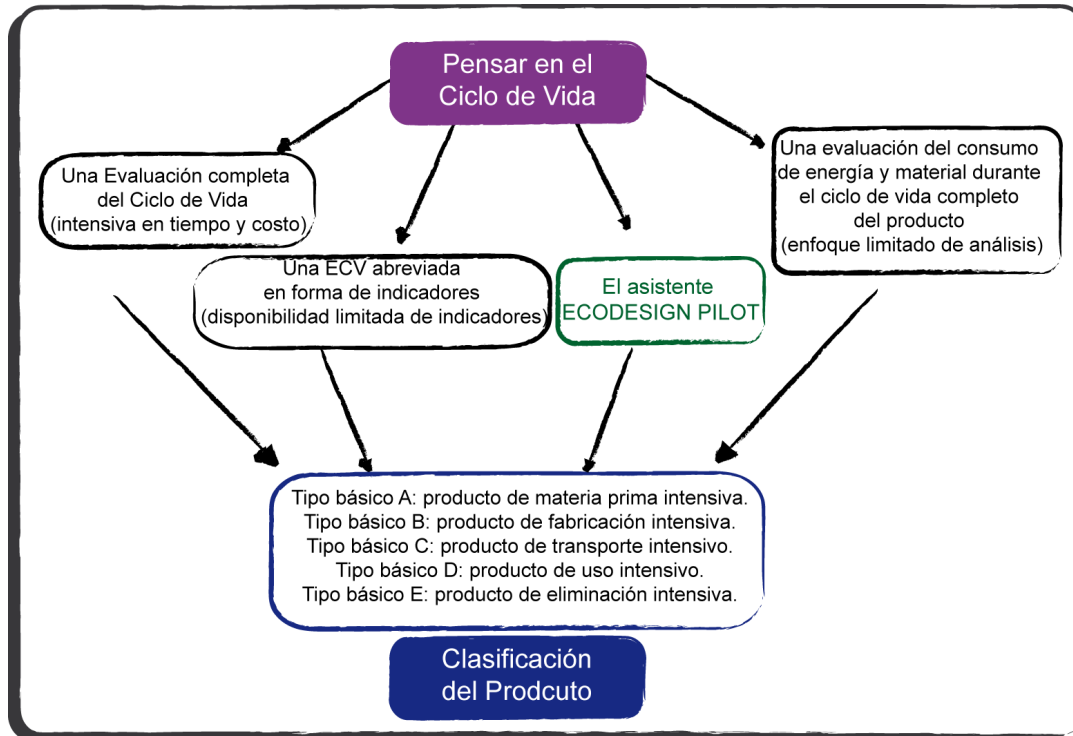
- Tipo básico A: producto de materia prima intensiva.
- Tipo básico B: producto de fabricación intensiva.
- Tipo básico C: producto de transporte intensivo.
- Tipo básico D: producto de uso intensivo.
- Tipo básico E: producto de eliminación intensiva.

Pensar en el Ciclo de Vida puede hacerse con:

- Una Evaluación completa del Ciclo de Vida (ECV) (intensiva en tiempo y costo)
- Una ECV abreviada en forma de indicadores (disponibilidad limitada de indicadores)
- Una evaluación del consumo de energía y material durante el ciclo de vida completo del producto (enfoque limitado de análisis)

- El asistente ECODISEÑO PILOT³⁰

Figura 8: Herramientas para la Clasificación de los Productos.



Fuente: Autor

El Asistente brinda apoyo en la caracterización del producto basado en los datos proporcionados, como uno de los cinco tipos básicos antes mencionados y sugiere las estrategias de mejora apropiadas para el producto individual. Las estrategias de mejora apropiadas para el producto individual las cuales se unen directamente al ECODISEÑO PILOT y se dispone de una lista de comprobación para trabajar en los cambios detallados de diseño (Ver Figura 9).

³⁰ ECODISING PILOT. Assistant, Consultado: 12-Mayo-2012 <http://www.ecodesign.at/assist>

Figura 9: Interface del Asistente de ECODESIGN PILOT.

ECODESIGN PILOT: Assistant x

www.ecodesign.at/assist/assistant?lang=en

ECODESIGN
online **PILOT**

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description ▶

Raw Material | Manufacture | Distribution | Product Use | End of Life | Result

The ECODESIGN assistant will support you in finding suitable strategies to improve your product. Please complete the six forms below and indicate key data of your product.

As a result you will be able to identify the product type and appropriate ECODESIGN improvement strategies; a direct link gets you to the ECODESIGN PILOT checklists.

The data you indicate will not be stored or used in any form whatsoever.

Product Name

Product Life Time

years

Functional Unit

The functional unit of a product describes the product's main function and indicates a quantity (e.g. washing 5 kg laundry, heating one liter of water,...)

goto next form

Please send your feedback to assist-pilot@ecodesign.at.

EN English **DE** Deutsch

design & copyright © by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN

Fuente: www.ecodesign.at/assist

3.2. SELECCIONAR LOS OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS DE MEJORA

Encontrar la estrategia apropiada para cierto tipo de producto requiere primero de una evaluación de los diferentes objetivos de mejora los cuales tienen que ser discutidos en un equipo multifuncional (EMF). El proceso de decisión podría estar determinado por los requisitos del cliente, la política de la compañía o razones tecnológicas.

Después de analizar el ciclo de vida de un producto es importante encontrar y definir las estrategias de mejora eficaces, el ECODISEÑO PILOT brinda un listado de estrategias:

- Reducir las entradas de materiales
- Reducir el consumo de energía en el proceso de producción
- Optimizar el tipo y cantidad de materiales del proceso
- Evitar los desechos en el proceso de producción
- Adquisición ecológica de los componentes externos
- Reducir el embalaje
- Reducir el transporte
- Optimizar la funcionalidad del producto
- Perfeccionar el mantenimiento
- Asegurar la actuación de seguridad ambiental
- Reducir el consumo en la fase de uso
- Evitar los desechos en la fase de uso
- Aumentar la durabilidad del producto
- Mejorar la posibilidad de reparación
- Mejorar el desmontaje
- Re-utilizar partes del producto
- Reciclar materiales

3.3. IDENTIFICAR MEDIDAS DE ECO-DISEÑO CON LAS LISTAS DE COMPROBACIÓN

Trabajar con las listas de comprobación permitirá identificar las medidas de eco-diseño apropiadas para una mejora del producto. Cada lista de comprobación contiene un grupo de lineamientos de eco-diseño relacionados con la estrategia.

Esto permitirá verificar si el producto o partes de él cumplen los requisitos declarados en las listas de comprobación. Las listas de comprobación tienen una pregunta de evaluación para cada lineamiento de eco-diseño (Ver Figura 10).

Figura 10: Elemento de la lista de comprobación del ECODESIGN PILOT.

ECODESIGN online PILOT INTRODUCTION PILOT ASSISTANT

LEARN APPLY

Selecting the right materials
Improvement (A: raw material intensive, E: disposal intensive)

Checklist for ECODESIGN analysis

Product

Do the materials used in the product show a good environmental performance?

Material	Assessment
RE	*
PP	*
PS	*
SLUR	*
...	...
Cast iron	*
Aluminium	*
Copper	*

What materials have been used for the product? What is the quantity of material required? What methods are applied for the environmental assessment of the materials used - and why? Is there any imaginable environmental impact that can not be detected by the methods chosen - if yes - what sort of impact would that be? How could it be taken into account?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
☐ very important (10) ☐ less important (5) ☐ not relevant (0)	☐ yes (1) ☐ rather yes (2) ☐ rather no (3) ☐ no (4)	 $P = R * F$

Measure	Use of materials with a view to their environmental performance
Idea for Realization	
Costs	☐ more ☐ same because ☐ less
Feasibility	☐ difficult because ☐ easy
Action	☐ at once Responsibility ☐ later Deadline ☐ never

Fuente: www.ecodesign.at/pilot

Cada pregunta de evaluación apunta a una medida de mejora potencial y tiene que ser respondida. Luego un orden de prioridad ayudará a implementar la selección de la medida con mayor relevancia, esta prioridad es por tres pasos orientados hacia la ecología:

1) Determinar la importancia (R): Tiene que determinarse la importancia relativa de la pregunta de evaluación individual para un producto dado. Una categoría de 10 puntos significa "muy importante para mi producto", 5 puntos "menos importante para mi producto", y 0 puntos "no es relevante para mi producto."

2) Realizar la evaluación (F): La pregunta de evaluación tiene que ser contestada usando una de las cuatro posibles respuestas. 1 punto significa "sí, se ha cumplido", 2 puntos para "más bien sí, cumplido en parte", 3 puntos para "más bien no, no cumplido en parte", y 4 puntos para "no, no cumplido".

3) Determinar la prioridad (P) de la medida de eco-diseño: El valor de prioridad P es calculado multiplicando la importancia R por el valor de evaluación F. Por consiguiente, los posibles valores para P pueden ser 40, 30, 20, 15, 10, y 0.

El trabajo con las listas de comprobación empieza por identificar los lineamientos de eco-diseño más prometedores. Las actividades deben concentrarse en los lineamientos con prioridad alta (valor de P), porque estos tienen un alto potencial de mejora para el producto en cuestión.

El resultado de usar la lista de comprobación es la evaluación y la prioridad para cada medida o lineamiento.

3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO

Esta fase inicia con la transformación de las estrategias de eco-diseño formuladas con las medidas de mejora relacionadas con el producto, para alcanzar esta transformación se requiere de experiencia y creatividad así como del apoyo metódico. Esto se logra con el EMF por medio de una lluvia de ideas y generando los posibles cambios detallados del diseño.

Ahora el ECODISEÑO PILOT propone una sucesión de paso para el desarrollo del producto. Estos pasos incluyen "aclarar la tarea", encontrar el "principio de solución" y finalmente la "materialización de la solución" (Figura 11).

Figura 11: Las 3 Fases Fundamentales para el Desarrollo de Productos.



Fuente: Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Pág. 68

Aclarar la tarea se refiere específicamente a la formulación del problema (declaración de la misión) y establecer las especificaciones o requisitos del producto. Para encontrar el principio de la solución nos propone atacar el problema desde lo general a lo específico: dividiendo el problema en funciones, aplicar principios de acción (Búsqueda de Soluciones Aplicables al Producto) y por ultimo materializar la solución o evaluar y decidir (Definir Solución en Detalle).

3.5. EVALUACIÓN Y EJECUCIÓN DE DECISIONES DE DISEÑO

Se evalúan y ejecutan las decisiones de diseño para obtener como resultado un Sistema de Producto que reduce el impacto ambiental. Ejecutar las decisiones de diseños consiste en integrar las especificaciones y requerimientos encontrados en las medidas de eco-diseño evaluadas en el desarrollo del producto y aplicarlas al sistema de producto. La evaluación tiene que hacerse comparando la mejora ambiental por alcanzar con la implementación de una medida de eco-diseño. Esto

debe analizarse nuevamente por el EMF el cual toma las decisiones sobre qué medidas de eco-diseño podrían llevarse a cabo.

4. FASE 1: SELECCIÓN DEL PRODUCTO

4.1. QUÉ PRODUCTO VA A SER SELECCIONADO

El producto a escoger son joyas elaboradas con metales preciosos, a éstas se le aplicará la metodología propuesta para realizar un producto dentro del ambiente del eco-diseño, para que sirva como referente en el sector joyero de la región.

4.2. REDISEÑO O NUEVO PRODUCTO

Se diseñara una nueva línea de seis (6) piezas de joyería como propuesta para la elaboración en metales preciosos, con base en los resultados que arroje el análisis metodológico soportado en la aplicación del ECO-DISEÑO PILOT.

5. FASE 2: SELECCIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo (equipo multifuncional EMF) está conformado por el estudiante de diseño industrial en proyecto de grado Pedro Emerson Casanova Navarro, dirigido por el diseñador industrial Jairo Córdoba Arango, con la colaboración de departamento de producción del taller Alquimia Joyeros. Cabe mencionar que se cuenta además con docentes en la Universidad Industrial de Santander que pueden prestar su colaboración si el proyecto así lo requiere.

6. FASE 3: DEFINICIÓN DEL MARCO DEL PROYECTO

6.1. MOTIVANTES DEL PROYECTO

La principal motivación para el desarrollo del proyecto, es proponer un método para el uso de otras fuentes de materia prima, así como plantear métodos y formas de producción dentro del sector de joyería local, acordes a la tendencia global de producción amigable con el ambiente y en consecuencia reducir el impacto ambiental, de esta forma, proporcionar a los usuarios productos que sean amigables con el medio ambiente.

6.2. OBJETIVOS DE ECO-DISEÑO

- Analizar el ciclo de vida e identificar las fases críticas de los productos de joyería.
- Reducción de impactos ambientales negativos mediante el uso de materiales reciclados.
- Reducción de la cantidad necesaria de material a través de un diseño óptimo.
- Proponer un método para el desarrollo de piezas de joyería con tecnología regional.

6.3. PERIODO DE TIEMPO

El proyecto se realizara en un transcurso de seis meses, tiempo en el cual deben cumplirse con los objetivos propuestos en el desarrollo del proyecto.

Tabla 3: Cronograma de Actividades.

PROCESO	Junio 2012				Julio 2012			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4
Definición del problema								
Estructuración de problema								
Investigación, marco teórico y análisis de la información								
Inicio de metodología PILOT Fase 1								
Fase 2								
Fase 3, Objetivos de eco-diseño								
RETROALIMENTACIÓN								

PROCESO	Julio 2012				Agosto 2012			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4
Pensando en el ciclo de vida								
Análisis de entradas y salidas								
Identificar fases críticas								
Caracterización del producto								
Objetivos y estrategias de eco-diseño								
Selección de medidas de mejora								
Priorizar medidas de mejora								
Transformar medidas en ideas de diseño								

PROCESO	Agosto 2012				Septiembre 2012			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4
Aclara el problema								
Búsqueda de Soluciones Aplicables al Producto								
Definir Solución en Detalle								

PROCESO	Septiembre 2012				Octubre 2012			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4
Evaluar el Cumplimiento de Objetivos de Eco-Diseño								
Ejecutar Decisiones de Diseño								
Construcción								
Entrega final								

Fuente: Autor

7. FASE 4: PREPARACIÓN DEL PROYECTO

7.1. PENSANDO EN EL CICLO DE VIDA

7.1.1. Definición de las Fases del Producto

La metodología de ECO-DISEÑO PILOT describe el ciclo de vida del producto como un proceso de transformación de recursos con las siguientes etapas (ver Figura 12):

Figura 12: Ciclo de vida del producto.



Fuente: Autor.

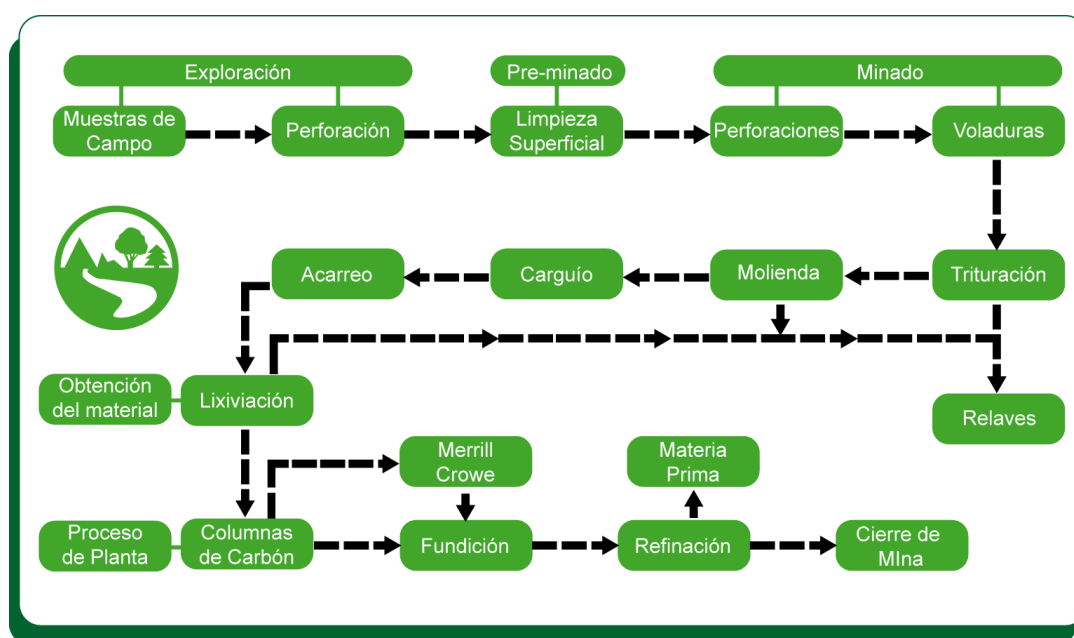
Es conveniente mencionar que a cada etapa se le asigna un logo-símbolo y un color para facilitar la comprensión en el análisis del ciclo de vida, y, de entradas y salidas en cada una de ellas

7.1.1.1. Extracción de la materia prima: “El primer paso consiste en proporcionar los materiales necesarios y la energía. Esto se hace generalmente por la extracción y conversión de los recursos naturales”³¹.

En este caso la materia prima consta de metales preciosos, el proceso minero tiene diversas etapas de desarrollo que tendrán un periodo de maduración variable y que depende del capital con el que se cuenta, la magnitud del proyecto, el tipo de mineral, etc. Generalmente la actividad minera es de mediana a larga maduración.

Las principales etapas en la extracción de minerales son (Ver Figura 13):

Figura 13: Etapas de la Extracción de Metales Preciosos (oro y plata).



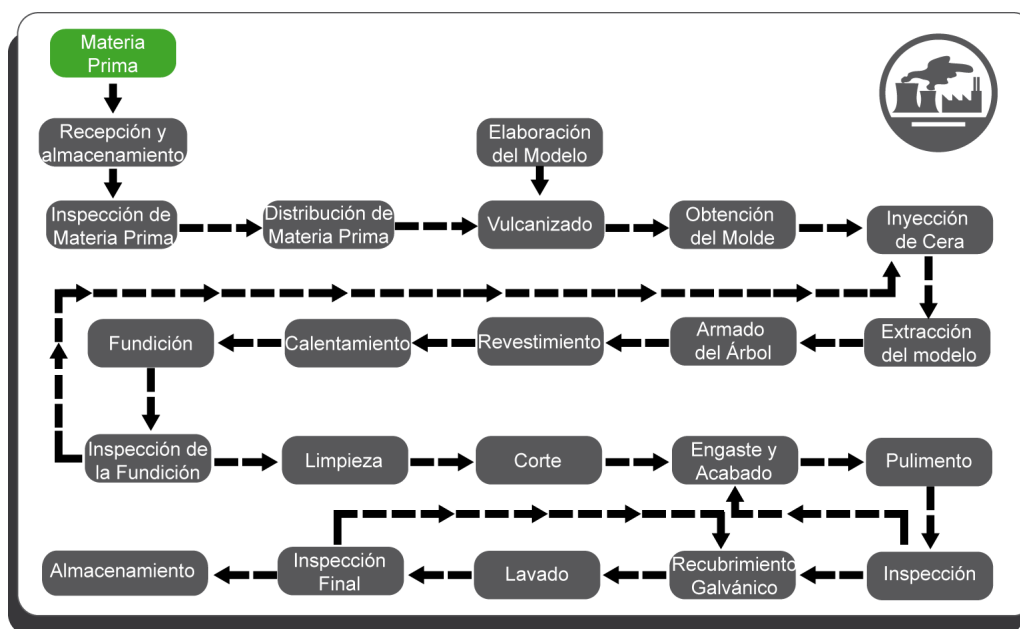
Fuente: Autor

³¹ Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2003

1. **Exploración:** consiste en ubicar zonas donde exista la presencia de minerales cuya explotación sea económicamente rentable. Esta actividad minera tiende a demostrar las dimensiones, posición, características mineralógicas, reservas y valores de los yacimientos mineros.
2. **Pre-minado:** Consiste en preparar el terreno para el proceso minero, es necesario cortar todos los árboles, retirar del terreno la capa superficial de tierra orgánica dejando descubierta la roca que contiene el metal precioso.
3. **Minado:** En esta etapa se realizan la perforación y voladuras del mineral en el interior de la mina, dejando expedito el mineral para su traslado al exterior.
4. **Trituración y Molienda:** Se debe reducir el tamaño de la roca para extraer el material, La trituración se realiza con porras y en algunos casos con ayuda de uno o varias trituradoras de mandíbulas; la molienda se realiza con un molino de bolas.
5. **Carguío y Acarreo:** Se transporta el mineral extraído del tajo a la pilas de lixiviación acondicionada previamente.
6. **Obtención del Material:** El mineral es descargado en pilas de lixiviación, ahí es lavado con solución cianurada para recuperar el oro y la plata. La solución rica (cargada con oro y plata) es llevada hacia las pozas de operaciones a través de tuberías colectoras.
7. **Proceso de Planta:** Este proceso permite concentrar la cantidad de oro de la solución rica que hay en los pozos de operaciones en columnas de carbón, para luego recuperarlo en el proceso de Merrill Crowe (el proceso de Crowe no es utilizado en todas las plantas).
8. **Refinación:** El precipitado de oro que ha sido obtenido en el proceso de Merrill Crowe es sometido a operaciones de secado en retortas, a temperaturas de 650 °C para recuperar el agua y el mercurio contenido en el precipitado; Luego, este precipitado casi seco, se lleva a los hornos de fundición, que son hornos eléctricos de gran capacidad donde se funde el precipitado a una temperatura de 1300 °C.

7.1.1.2. Producción en Fábrica: “Los productos serán fabricados con estas materias primas mediante procesos específicos. Esta etapa también se requiere máquinas o herramientas manuales, máquinas de montaje automático y sistemas de transporte así como procesos y materiales auxiliares”³².

Figura 14: Etapas de la Producción de Joyería (oro y plata).



³² Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2003

- **Recepción y almacenamiento de materia prima:** Se recibe la materia y los materiales indirectos. La materia prima oro, plata, cobre, piedras preciosas (diamante, zafiro, rubí, esmeralda y circonio sintética); se guarda o almacena, mientras que los materiales indirectos (hule laminado, cera, investimento, papel lija, medias para desbastado, pre-lustrado, desbastador, cáscara de nogal, crema para lustrado, líquido limpiador, peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), talco, humectante para cera, oxígeno y acetileno se almacenan en la bodega.
- **Inspección de materia prima:** Los metales no requieren de inspección ya que son distribuidos por los bancos y sometidos a rigurosos controles antes de ser distribuidos. En referencia a las piedras preciosas, se verifica que cumplan con ciertas características como son: conteniendo de impurezas provocadas por una deficiente cristalización, transparencia, coloración y refracción de la luz. A los materiales indirectos se les realiza algunas pruebas, éstas son:

Hule laminado: que el índice de contracción sea muy bajo y soporten el calor de la cera fundida. Los hules se venden en rollos de distintos espesores y dimensiones.

Investimento: que contenga yeso, sílice, ácido bórico y grafito. El polvo para la preparación del investimento se vende por peso y viene empacado en tambores.
- **Transporte de cada material a su proceso:** Los materiales se transportan al proceso donde van a intervenir; el transporte se realiza manualmente.
- **Elaboración del modelo:** La pieza debe ser modelada a mano en cera de moldeo, la cual se reviste en yeso, para elaborar el modelo en oro o plata.
- **Vulcanizado:** Con el modelo en oro o plata se realiza un molde de caucho vulcanizado ó siliconado, colocando en una formaleta capas de caucho alrededor del modelo. Esta formaleta se coloca en una vulcanizadora a una presión, temperatura y tiempo adecuado para que el caucho adquiera la forma del modelo. Posteriormente se desmolda y se obtiene el molde del modelo.

- **Obtención del molde:** Después del vulcanizado el conjunto se enfría sumergiéndolo en agua a temperatura ambiente. Seguidamente, con un cuchillo, se separa el caucho de las placas y del marco de aluminio. Se procede entonces a separar manualmente las partes superior e inferior del molde, obteniéndose así dicho molde.
- **Inyección de cera:** Al molde se le suministra cera de fundición por medio de una inyectora, controlando la temperatura, tiempo y presión de vacío y de inyectado; obteniendo así las réplicas en cera.
- **Extracción del modelo de cera:** Después de inyectar la cera se debe dejar enfriar el modelo, dependiendo del espesor de éste, el tiempo de enfriado va de uno hasta cinco minutos. Una vez enfriado el modelo se procede a la extracción del mismo, esta operación debe realizarse en el momento en que la cera endurece, para que no se desgarre o se quiebre. La extracción del modelo se hace separando las dos partes del molde. El modelo quedará alojado en la parte inferior del molde la cual se dobla ligeramente, de esta manera puede separarse de ella el modelo en cera.
- **Armado del árbol:** Las reproducciones en cera son adheridas alrededor de un bebedero del mismo material y de mayor diámetro conformando un árbol con todas las piezas. El árbol se coloca en una base de caucho y sobre ella se coloca un cilindro de acero debidamente cubierto con cinta para evitar que se salga el revestimiento.
- **Revestimiento:** El cilindro armado se cubre con una mezcla de revestimiento y agua y se somete al vacío para eliminar el aire contenido; un tiempo después (dependiendo de la temperatura del medio ambiente, por lo general entre una y dos horas) el revestimiento se fragua y se retira la base de caucho.
 Cuando la pieza lleva muchas piedras y estas son muy pequeñas, para disminuir costos algunos joyeros las incrustan en el molde en cera; en este caso, se agrega un 2% de ácido bórico con el fin de protegerlas en el momento de la fundición.

- **Calentamiento:** El cilindro se somete a calentamiento en un horno a temperaturas entre 100 y 900°C que aumentan gradualmente por unos periodos de tiempos controlados con el fin de fundir la cera, eliminar la porosidad y aumentar la dureza del revestimiento. Al final del proceso se obtiene el molde del árbol en revestimiento.

Los cilindros pueden permanecer en el horno entre 5 y 8 horas dependiendo de la cantidad de cilindros y el tamaño de estos, y hasta 12 horas para anillos de oro con piedras montadas.

- **Limpieza:** Se introduce el cilindro en agua para que el revestimiento se disuelva y el árbol de metal quede libre de esta mezcla. Luego se eliminan todos los residuos del revestimiento por medio de un chorro de agua. Algunas veces el árbol de piezas es lavado o limpiado mediante un baño en solución de ácido muriático al 29% que dura aproximadamente 20 minutos.

- **Corte, Engaste y Acabado:** Las piezas son cortadas del bebedero central con una segueta o con una cizalla mecánica, se someten a desbarbado para eliminar los restos del bebedero, a pulimento mecánico y se realiza el montaje de las piedras si es necesario.

Para el acabado se utilizan limas, fresas o motores de mano y lijas. Esta operación puede durar entre 5 minutos y ½ hora dependiendo del diseño y complejidad de la pieza.

- **Pulimento Químico:** Se proporciona brillo a la pieza sumergiéndola en una solución de agua, cianuro de sodio o potasio y peróxido de hidrogeno al 50% de pureza; este proceso es denominado “Bomba”. El agua se deja hervir hasta disolver completamente el cianuro, se retira de la llama y se le agregan 10 ml de peróxido de hidrógeno por cada 50 ml de solución. Este proceso se realiza hasta tres veces por cada pieza, aunque sólo una vez se deja “explotar” en un tiempo aproximado de 30 segundos y las otras dos veces se deja sólo para dar un poco más de brillo.
- **Recubrimiento galvánico:** Se realiza para preservar la superficie de la joya y resaltar el color de la misma. Esta operación se realiza por medio de

electrólisis. Algunos tipos de recubrimientos son el rodinado, para piezas de plata, utilizando una mezcla de platino con cloruro de rodio, agua y ácido sulfúrico y el dorado, para piezas de oro, utilizando una mezcla de cloruro de oro, cianuro y oro. Cuando se va aplicar sobre una porción de una pieza se hace un recubrimiento al resto de la pieza con esmalte de uñas para protegerla.

- **Lavado:** Se realiza en un equipo de ultrasonido para eliminar toda la suciedad con soluciones jabonosas, aunque algunos joyeros hacen un lavado preliminar con soda cáustica.

7.1.1.3. Distribución: “Después de la fabricación, el producto tiene que transportarse a la ubicación donde se utilizará con mayor frecuencia, la distribución termina cuando el producto llega al propietario final”³³.

Las ventas de piezas elaboradas en Bucaramanga y su Área Metropolitana superan los dos mil millones de pesos mensuales. Las ventas mensuales de joyas en oro corresponden al 70.2% del total, las de oro plata al 20.7% y el resto de joyas comercializadas son de plata; más del 90% de la joyería de Santander es consumida en el mercado nacional, las exportaciones son sólo realizadas por empresas grandes y por comercializadores internacionales a países como Venezuela, Panamá, Estados Unidos, entre otros³⁴.

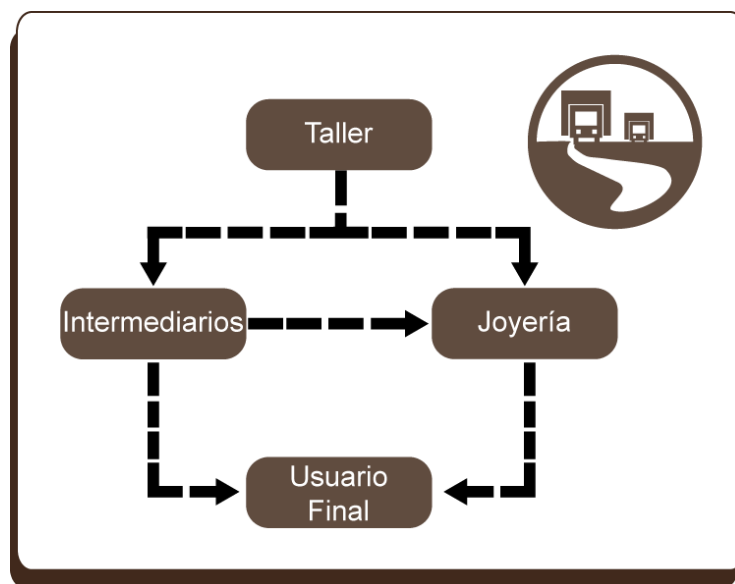
Con respecto a los canales de distribución estos son variados. El más usual es la venta por muestrario con la realización de pedidos o con la venta directa de las muestras; los agentes viajeros se trasladaban por el país con muestras.

³³ Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2003

³⁴ Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo. Caracterización Ocupacional de la Cadena Productiva de la Joyería en Colombia (2005) Bucaramanga, Colombia. Pág: 34.

Otro canal bastante utilizado es el punto de venta: grandes y pequeñas joyerías en locales independientes y en centros comerciales especializados o de comercio generalizado (Ver Figura 15).

Figura 15: Etapas de la Distribución de Joyería (oro y plata).



Fuente: Autor

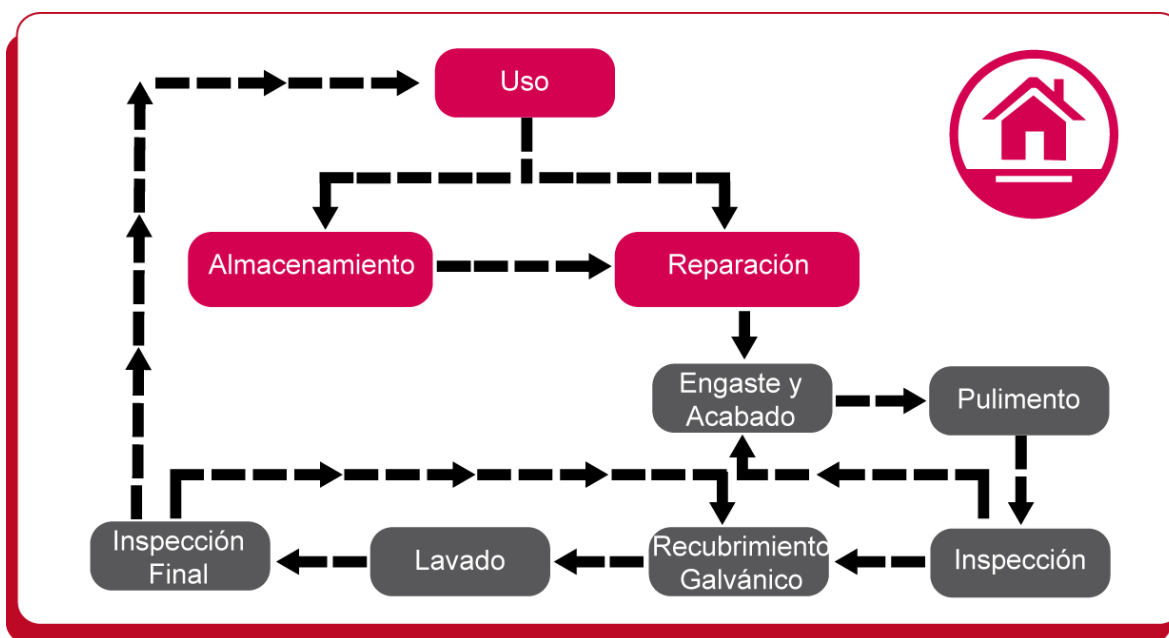
Además también está la venta a domicilio, llevada a cabo en general por personas con un pequeño muestrario que llevan en un paño, visitando casas de amigos y recomendados, empresas, colegios y organizaciones, con la característica que facilitan el pago fraccionándolo en cuotas.

7.1.1.4. Uso: “Durante la etapa de uso, se debe tener en cuenta el consumo adicional de energía y materiales, las emisiones y los residuos que podrían generarse. Además, pueden realizarse trabajos de mantenimiento y reparación,

que prolongan la vida útil del producto o mejoran su condición de funcionamiento”³⁵.

El diagrama de uso de la joyería consta de dos pasos, el uso como tal que no consume ningún tipo de energía o material adicional. Y el mantenimiento en cuyo caso el flujo del producto sería idéntico a la de producción tomado desde la etapa de engaste y acabado.

Figura 16: Etapas del Uso de Joyería (oro y plata).



Fuente: Autor

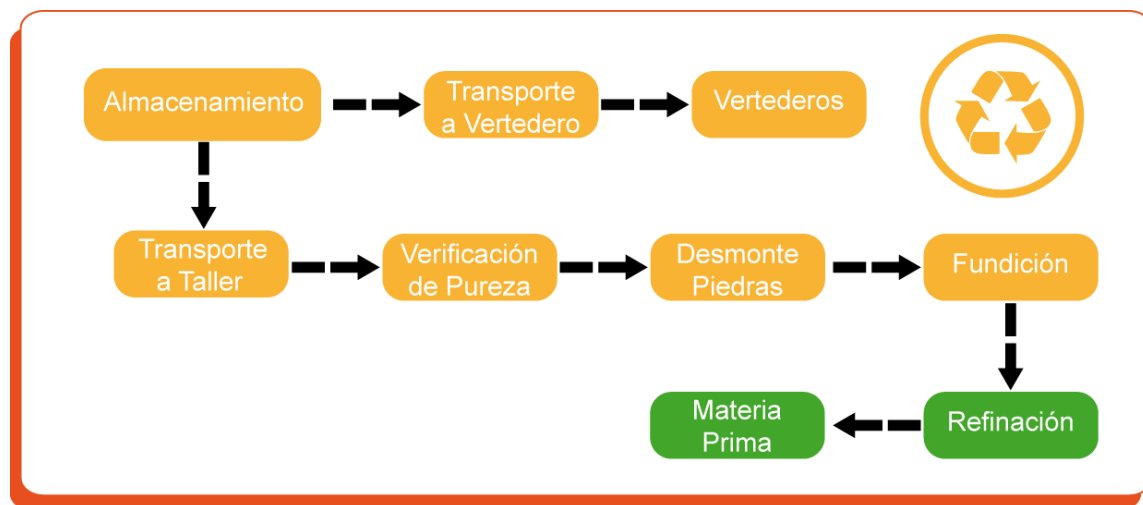
7.1.1.5. Final de Vida: “La etapa de final de vida corresponde a cuando el producto no está en uso. El producto obsoleto puede eliminarse o convertirse en

³⁵ Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2003

un recurso, para posteriormente ser integrado en los procesos de fabricación o utilización a través de la reutilización o reciclaje”³⁶.

En el caso de la joyería en la mayoría de los casos las piezas son guardadas por tener algún valor sentimental, algunos vuelven a ser utilizados ya que los metales preciosos son materiales que no pierden sus propiedades y pueden reutilizarse cantidades de veces (Ver Figura 17).

Figura 17: Etapas del Final de vida de Joyería (oro y plata).



Fuente: Autor

- 1. Almacenamiento de la pieza.**
- 2. Transporte a la joyería.**
- 3. Análisis de la pureza de cada pieza.**
- 4. Desmonte de las piedras.**
- 5. Fundición de la pieza.**
- 6. El material se refina para que quede en su estado puro.**
- 7. El resultado final es materia prima para un nuevo producto de joyería.**

³⁶ Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2003

7.1.2. Análisis de las Entradas y Salidas del Sistema

Con el fin de identificar los puntos débiles cruciales en la vida de un producto y evaluar posibles estrategias de mejora, se realizarán análisis específicos; esto para determinar el consumo de energías, materiales (entradas) y los residuos, emisiones (salidas), este análisis es importante ya que permite anticipar un posible impacto ambiental de los productos y servicios a tiempo.

7.1.2.1. Extracción de la materia prima: Analizar las entradas y salidas en esta etapa es complejo, ya que esto depende mucho de la ubicación geográfica, la geología del terreno y la cantidad de material que el estudio de exploración arroja sobre la mina.

Después de la recolección de información se anotaran datos que son promedios para una mina a cielo abierto (Ver Figura 18):

Figura 18: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Obtención de Materia Prima.

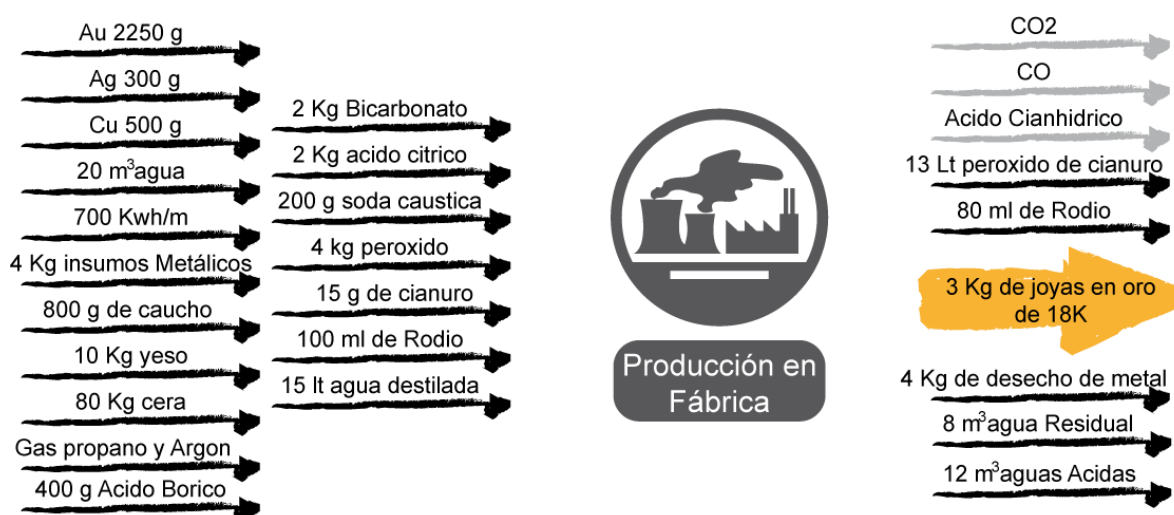


Fuente: Autor

En promedio un gramo de oro extraído precisa remover 4 toneladas de roca, consumir 380 litros de agua, 43.6 KW/h de electricidad, 2 litros de gasoil, 0.15 litros de diesel, 0.1 litros de nafta, 1.1 kilogramos de explosivos y 850 gramos de cianuro de sodio, 2 gramos de mercurio, 2 gramos de zinc^{37 38}.

7.1.2.2. Producción en Fábrica: En esta etapa se tomara le información directamente de un taller de joyería cuya producción es 3 Kg de oro y 10 kg de plata al mes (Ver Figura 19).

Figura 19: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Producción en Fábrica.



Fuente: Autor

7.1.2.3. Distribución: En el caso de la distribución, se tomara en cuenta distribución local y nacional (Ver Figura 20).

³⁷ Valdivia Sonia & Yauri Yvette, Inventarios de Ciclo de Vida del Oro, de actividades mineras artesanales y de pequeña escala en el Perú, Lima, Perú, 2006, pág: 40 - 42.

³⁸ Greenpeace. Julio 2011, Barrick: minería responsable de destruir los glaciares. pág: 5. Buenos Aires, Argentina. "El cálculo es conservador debido a que se tomaron las cifras oficiales del Informe de Impacto Ambiental de la empresa Barrick Gold para su emprendimiento Pascua Lama"..

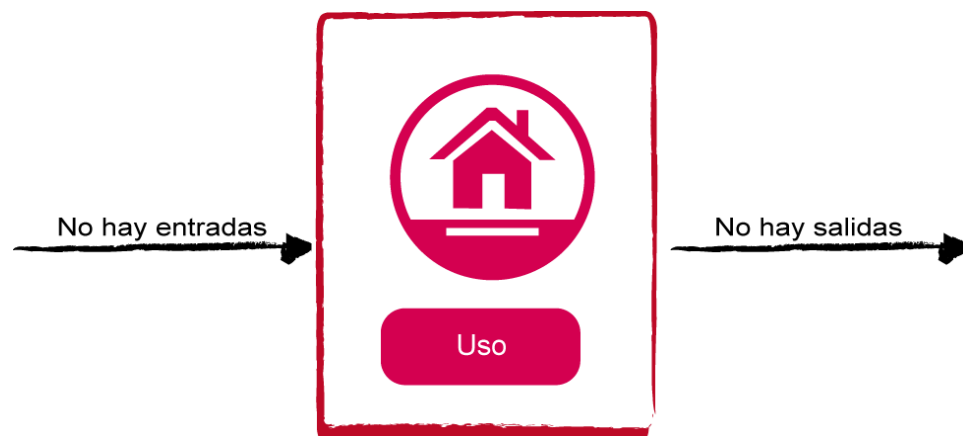
Figura 20: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Distribución.



Fuente: Autor

7.1.2.4. Uso: En esta fase del ciclo de vida no se presenta ningún gasto adicional de materiales y/o energía durante el uso del producto como tal; el análisis de las entradas y salidas solo se da en el momento de la reparación, en cuyo caso se haría durante el proceso de producción de joyería.

Figura 21: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Uso.

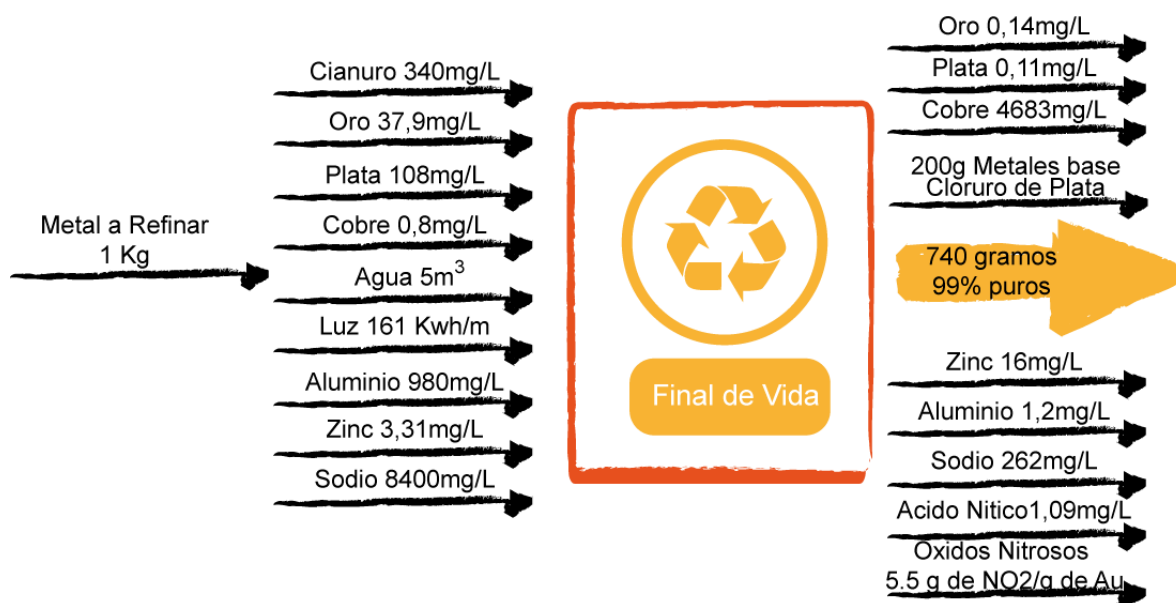


Fuente: Autor

7.1.2.5. Final de Vida: La mayoría de las joyas terminan su ciclo de vida almacenadas por los usuarios, (ver Grafico 6, anexo 5) otras son arrojadas a los vertederos y muy pocas son fundidas para reutilizarlas en cuyo caso el mayor

gasto de entradas y salidas serian las concernientes a datos en el proceso de refinación³⁹:

Figura 22: Análisis de entradas y salidas en la Etapa de Final de Vida.



Fuente: Autor

7.1.3. Identificar los Impactos Ambientales del Producto

Es importante identificar impactos ambientales específicos, que tienen o podrían tener un efecto importante sobre el medio ambiente; esta evaluación requiere información detallada y un profundo conocimiento del producto. Se debe conocer dónde, cuándo y qué tipo de impacto ambiental se genera.

Determinar los impactos ambientales depende del análisis de entradas y salidas en el ciclo de vida. Las emisiones de gases tóxicos, de dióxido de carbono entre otros, además de la contaminación de aguas y la destrucción de la biodiversidad

³⁹ Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo. Caracterización Ocupacional de la Cadena Productiva de la Joyería en Colombia (2005) Bucaramanga, Colombia. Pág: 98, 101.

en las zonas mineras representan el mayor impacto ambiental en el proceso de joyería.

La metodología ECO-DISEÑO PILOT tiene identificados 5 tipos de productos básicos, cada uno para cada etapa del ciclo de vida. Estos son:

➤ *Producto básico tipo A: Materia prima intensivo*

El mayor impacto ambiental es causado en la obtención de los materiales contenidos en el producto. El consumo de energía en la extracción de materias primas necesarias para la fabricación del producto, supera el consumo de recursos en las fases posteriores del ciclo de vida.

➤ *Producto básico tipo B: Fabricación intensivo*

El procesamiento durante la fabricación causa mayor impacto ambiental relativo. Consumo de energía y materiales de fabricación determinan, en gran medida, el impacto medioambiental global del producto.

➤ *Producto básico tipo C: Transporte intensivo*

El impacto medioambiental global está determinado en gran medida por la distribución. El desempeño ambiental del producto es influenciado por el transporte y embalaje.

➤ *Producto básico tipo D: Uso intensivo*

El impacto en la fase de uso domina el impacto medioambiental global del producto. Consumo de energía o materiales o la generación de residuos durante el uso en gran parte define el comportamiento medioambiental del producto.

➤ *Producto básico tipo E: Producto de desecho intensivo*

El impacto medioambiental global está determinado principalmente por la forma de eliminación al final de la vida del producto (reciclado, incineración, desecho). El

mayor impacto ambiental es causado por productos que contengan sustancias que son difíciles o peligrosas a desechar.

Se utiliza la herramienta de eco-diseño PILOT online para determinar el tipo básico de eco-diseño del producto⁴⁰:

Figura 23: Paso 1 para determinar el tipo base del producto.

The screenshot shows a web browser window with the URL www.ecodesign.at/assist/assistant?lang=en. The page title is "ECODESIGN online PILOT". The navigation bar includes "INTRODUCTION", "PILOT", and "ASSISTANT". The main heading is "Assistant". Below this is a tabbed interface with tabs for "Description", "Raw Material", "Manufacture", "Distribution", "Product Use", "End of Life", and "Result". The "Description" tab is active, showing instructions: "The ECODESIGN assistant will support you in finding suitable strategies to improve your product. Please complete the six forms below and indicate key data of your product." and "As a result you will be able to identify the product type and appropriate ECODESIGN improvement strategies; a direct link gets you to the ECODESIGN PILOT checklists." It also states: "The data you indicate will not be stored or used in any form whatsoever." The form fields are: "Product Name" (filled with "joyeria"), "Product Life Time" (filled with "5" years), and "Functional Unit" (filled with "artículos de lujo, está directamente relacionado con la apariencia."). A "goto next form" button is at the bottom. A footer note says "Please send your feedback to assist-pilot@ecodesign.at." Language options "EN English" and "DE Deutsch" are shown. The footer also contains "design & copyright © by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN".

Fuente: Autor

⁴⁰ ECODESIGN PILOT online, Assistant, <http://www.ecodesign.at/pilot>.

La vida útil del producto se tomo con base en los resultados de las encuestas realizadas (ver grafico 5 anexo 5), la función de la unidad se define como artículo de lujo, ya que está directamente relacionado con la apariencia de los usuarios.

Figura 24: Paso 2 para determinar el tipo base del producto.

ECODESIGN PILOT: Assistant x

www.ecodesign.at/assist/assistant

ECODESIGN online PILOT INTRODUCTION PILOT ASSISTANT

Assistant

Description **Raw Material** Manufacture Distribution Product Use End of Life Result

Please indicate the parts and components of your product and its packaging.
If you need support in assigning the different materials to the appropriate class of materials, click the help-symbol next to the "Class" heading.

1. Product data

Product part	Mass [kg]	Material	Class ?
aro	0.006	oro	VIII
circo	0.0005	titanio	VI

2. Product data

Part of packaging	Mass [kg]	Material	Class ?
bolsa	0.0005	papel	III

3. Does the Product contain parts that constitute a hazard to the environment at the end of life without expert disposal ("small quantities - great impact")? yes

goto next form

Fuente: Autor

Figura 25: Paso 3 para determinar el tipo base del producto.

ECODESIGN PILOT: Assistant x

www.ecodesign.at/assist/assistant

ECODESIGN
online **PILOT**

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description Raw Material **Manufacture** ► Distribution Product Use End of Life Result

Please indicate data referring to the manufacture of your product.
Again, you will get support by clicking the help-symbol next to the "Class" heading.

4. Energy input

Electric energy [kWh] Overhead energy: Energy for heating, lighting, ... in addition to process energy

Thermal energy [MJ]

5. Waste per Unit

Waste	Mass [kg]	Material	Class ?
herramientas	0.008	acero	III
molde	0.02	yeso	I

Material

6. Production volume (Units/Pieces per Year)

7. Input of environmentally hazardous auxiliary and process materials per unit produced

8. Percentage of external parts

9. Hauling distance for external parts per unit

[goto next form](#)

Fuente: Autor

Figura 26: Paso 4 para determinar el tipo base del producto.

The screenshot shows a web browser window with the URL www.ecodesign.at/assist/assistant. The page has a blue header with the ECODESIGN logo and navigation tabs for INTRODUCTION, PILOT, and ASSISTANT. Below the header is a yellow bar labeled "Assistant". A horizontal menu contains tabs for Description, Raw Material, Manufacture, Distribution (selected), Product Use, End of Life, and Result. The main content area is yellow and contains the following text:

Next, fill in data concerning distribution of the product.
Indicate average hauling distance and means of transportation used for the distribution of the product.

10. Average transportation for product distribution

Means of transportation	Hauling distance [km]
Ship (Overseas)	
Ship (Inland)	
Railroad	
Truck	
Van	
Car	400
Aircraft	

11. Type of packaging

design & copyright © by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN

Fuente: Autor

Figura 27: Paso 5 para determinar el tipo base del producto.

ECODESIGN PILOT: Assistant x

www.ecodesign.at/assist/assistant

online **PILOT**

Assistant

Description Raw Material Manufacture Distribution **Product Use** End of Life Result

This form addresses data concerning the stage of product use.
Again, you will get support by clicking the help-symbol next to the "Class" heading.

12. Use frequency: uses per year

13. **Input per use**

Designation	Mass [kg]	Material	Class ?

Electric energy input per use ("current from the wall socket"): [kWh]

14. **Waste per use**

Designation	Mass [kg]	Material	Class ?

15. Is the product a potential hazard to the environment if used inadequately or in the case of malfunctions?

Fuente: Autor

Figura 28: Paso 6 para determinar el tipo base del producto.

ECODESIGN PILOT: Assistant x

www.ecodesign.at/assist/assistant

ECODESIGN
online *PILOT*

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description Raw Material Manufacture Distribution Product Use **End of Life** ▶ Result

Please indicate how the product will be disposed of at the end of its service life.
The parts indicated here have been taken from the "Raw Material" form.

16. Product data

Product part	Mass [kg]	Material	Disposal ?
aro	0.006	oro	reuse ▼
circo	0.0005	titanio	landfill ▼

17. Packaging data

Part of packaging	Mass [kg]	Material	Disposal ?
bolsa	0.0005	papel	landfill ▼

goto next form

Fuente: Autor

Figura 29: Paso 7 para determinar el tipo base del producto.

The screenshot shows the ECODESIGN PILOT Assistant web interface. The browser address bar displays 'www.ecodesign.at/assist/assistant'. The interface has a navigation bar with tabs: Description, Raw Material, Manufacture, Distribution, Product Use, End of Life, and Result (highlighted in red). The main content area is yellow and contains the following sections:

Product

Name: Functional Unit

Life Time: years

Use: times per year

Classification

The analysed product seems to be a basic type A, the phase 'raw material' is significant here.

Recommendations

We recommend the following improvement strategies. The listed strategies forward you to the checklists of the ECODESIGN PILOT.

(Main) Strategies with high priority:

S1. Selecting the right materials

(More) Strategies to be realized later:

- S2. Reducing material inputs
- S9. Optimizing product use
- S10. Optimizing product functionality
- S11. Increasing product durability
- S15. Improving maintenance
- S16. Improving reparability

(Other) Additional, recommended strategies:

- S5. Avoiding waste in the production process
- S8. Reduction of transportation

At the bottom right, there is a button labeled 'Save For Reenter'.

Fuente: Autor

El producto contiene cantidades considerables de recursos materiales, como son los metales preciosos oro y plata. La fabricación y distribución no causan impactos ambientales significativos, el producto no requiere recursos adicionales para el uso previsto. Todo el producto se compone en su mayoría de metal precioso y puede ser fácilmente reciclado.

En vista de lo anterior, y con los resultados arrojados por la herramienta se puede concluir que los impactos ambientales más significativos se producen en la fase de materias primas en comparación con las otras etapas del ciclo de vida del producto. Esto sugiere utilizar estrategias para **productos base tipo A** para mejorar el desarrollo del producto.

7.2. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS Y MEDIDAS

Para definir las estrategias y medidas primero se debe valorar los objetivos de mejora, proponer opciones de mejorar para el desarrollo del producto y a estos asignarles estrategias adecuadas.

7.2.1. Identificar Objetivos y Selección de Estrategias de Eco-Diseño

La metodología de ECODISEÑO PILOT proporciona objetivos de mejora y estrategias de eco-diseño para cada objetivo según la clasificación del producto, para este caso particular se mira las referentes al producto base tipo A.

Tabla 4: Objetivos de mejora y estrategias de eco-diseño para productos base tipo A.

Objetivos de Mejora	Estrategias de Eco-Diseño
Usar Materiales Alternativos	Seleccionar los materiales correctos
Usar Menos Material	Reducir las entradas de material
Hacer Uso Intensivo de los Recursos	Optimizar el uso del producto Optimizar la funcionalidad del producto Mejorar el Mantenimiento
Usar los recursos tanto como fuera posible	Aumentar la durabilidad del producto Mejorar la reparación
Reusar materiales contenidos en el producto	Mejorar el desmontaje Reusar partes del producto Reciclado de materiales

Fuente: Wolfgang Wimmer & Rainer Züst, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, pág. 48

En la figura 29 además de asignar la clasificación del producto, se recomienda una serie de estrategias para el desarrollo del producto. La metodología propone evaluar los objetivos identificados para hallar posibles opciones de mejora en el desarrollo de producto, esta evaluación debe hacerse por medio de “preguntas de evaluación”.

Tabla 5: Objetivos de Mejora, Evaluación, Posibles Opciones de Mejora y Estrategias de Eco-diseño Seleccionadas.

Objetivos de mejora	Posibles opciones para la mejora	Estrategias seleccionadas
Usar Materiales Alternativos	¿Se puede sustituir el material escogido como materia prima? Esto no es posible debido a los requisitos del proyecto.	No se seleccionara estrategia
Usar Menos Material	¿Es posible utilizar menos material? El enfoque parece factible y será seleccionado. También cumple con un objetivo de reducción de costos.	Reducir las entradas de material
Hacer Uso Intensivo de los Recursos	¿Se puede optimizar el uso del producto? La joyería es un producto muy simple; sus funciones y uso ya han sido definidos y optimizados.	No se seleccionara estrategia
Usar los recursos tanto como fuera posible	¿Es posible aumentar la vida del producto o mejorar su mantenimiento? Esto es posible pero aumentaría considerablemente el uso de materiales químicos perjudiciales para el medio ambiente.	No se seleccionara estrategia
Reusar materiales contenidos en el producto	¿Se puede reciclar o reusar el producto de forma fácil? El reciclado de metales preciosos consume considerablemente menos energía que la producción de estos.	Reciclado de materiales
Usar menos energía y materiales en el proceso de producción*	¿Se puede reducir el consumo de energía y/o la cantidad del material? Esto es posible por medio de una optimización en el diseño de las piezas.	Optimizar la cantidad de materiales en el proceso de producción.

Fuente: Autor

El último objetivo y estrategia (*) pertenece a producto base tipo B. fue planteado por el EMF ya que después de un análisis y evaluación se podría considerar posibles mejoras.

Las consideraciones hasta ahora muestran que el material como tal no debe cambiarse, pero si las maneras de usarlo. En las condiciones mencionadas anteriormente, la búsqueda de medidas concretas de eco-diseño para el desarrollo de piezas de joyería deja tres estrategias que se muestra en la figura 30.

Figura 30: Selección de Estrategias de Eco-Diseño para Piezas de Joyería.



Fuente: Autor

7.2.2. Selección de Medidas de Mejora

La metodología de eco-diseño PILOT proporciona una lista de verificación para cada una de las estrategias seleccionadas. Estas listas tienen como función identificar las medidas adecuadas de eco-diseño para mejorar el producto.

A continuación se muestran los pasos a seguir para determinar las medidas de mejora y su respectiva prioridad:

Figura 31: Lista de Verificación para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material; Medida 1

ECODESIGN online PILOT: Lis x

www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPAÑOL/PDS/DETAILS/702A.HTM

ECODESIGN online **PILOT** INTRODUCCIÓN PILOT ASISTENTE

APRENDER APLICAR

Reducción de las entradas de material

Mejora ← Tipo A: materia prima intensivo ←

Listado para el análisis de Ecodiseño

Producto: piezas de joyeria

El producto está hecho de materiales reciclados (material secundario reusado para nuevos productos)?

Qué materiales han sido utilizados en el producto? Están estos materiales disponibles en la forma de material reciclado o podrían ser remplazados por material reciclado? Qué características de los materiales se requieren y tienen que ser verificados en este contexto?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☒ muy importante (10)	☐ sí (1)	40 P = R * C
☐ menos importante (5)	☐ más bien sí (2)	
☐ no relevante (0)	☐ más bien no (3)	
	☒ no (4)	

Medida	Prefiera el uso de materiales reciclados (materiales secundarios) APRENDER
Ideas de mejora	se utilizara material reciclado de piezas de joyeria antigua y/o extraidos por mineria urbana
Costes	☐ más ☒ el mismo porque el precio de los metales lo dicta el mercado ☐ menos
Viabilidad	☐ difícil ☒ fácil porque e puede proponer un servicio de recuperacion, existen empresas que se dedican a la
Realización	☒ de inmediato responsabilidad departamento de produccion ☐ más tarde ☐ nunca límite de tiempo 2 meses

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPAÑOL/PDS/DETAILS/702A.HTM>

Figura 32: Lista de Verificación para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material; Medida 2

Están hechos las partes y componentes del producto de un único material donde es posible?

 Cuántos tipos diferentes de materiales han sido empleados en el producto? Cuál es el motivo de esta variedad? Es posible utilizar un diseño más simple para reducir el número de diferentes tipos de materiales? Cómo y bajo qué condiciones podría ser implementado?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☒ muy importante (10) ☐ menos importante (5) ☐ no relevante (0)	☐ sí (1) ☐ más bien sí (2) ☒ más bien no (3) ☐ no (4)	30 $P = R * C$

Medida	Preferiblemente utilice componentes de un único material y/o reduzca el número de diferentes tipos de materiales APRENDER		
Ideas de mejora	utilizar en lo posible solo metal precioso		
Costes	☒ más ☐ el mismo ☐ menos	porque	aumenta la cantidad de material
Viabilidad	☒ difícil ☐ fácil	porque	aumenta el costo
Realización	☐ de inmediato ☒ más tarde ☐ nunca	responsabilidad	departamento de diseño
		límite de tiempo	depende de las tendencias de la moda

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/702A.HTM>

Figura 33: Lista de Verificación para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material; Medida 3

Han sido realizadas medidas para optimizar la fuerza del producto y la resistencia al desgaste requerido y ahorrar entradas de material mediante un balance tensión-fuerza?

 A qué fuerzas y tensiones está expuesto el producto? Qué valor tienen? Cómo afectan individualmente estas cargas en los componentes del producto? Cómo podrían ser absorbidos, redireccionados o neutralizados mediante un diseño apropiado del producto? Cómo podrían ser reducidas las entradas de materiales mediante un diseño óptimo de esfuerzos?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☐ muy importante (10) ☐ menos importante (5) ☒ no relevante (0)	☐ sí (1) ☐ más bien sí (2) ☒ más bien no (3) ☐ no (4)	0 $P = R * C$

Medida	Reduzca las entradas de material por medio de un diseño óptimo de esfuerzos APRENDER		
Ideas de mejora			
Costes	☐ más ☐ el mismo ☐ menos	porque	
Viabilidad	☐ difícil ☐ fácil	porque	
Realización	☐ de inmediato ☐ más tarde ☐ nunca	responsabilidad	
		límite de tiempo	

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/702A.HTM>

Figura 34: Lista de Verificación para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material; Medida 4

Han sido minimizadas las entradas de materiales para el producto a través de integración de funciones y evitando un excesivo número de partes conectadas (diseño integrado, integración de partes estructurales)?


 Qué funciones tiene que satisfacer el producto? Qué partes funcionales son necesarias para conseguir estos requerimientos? Qué funciones pueden ser combinadas en una parte estructural individual? Dónde pueden reducirse las entradas de materiales por medio de un diseño adecuado?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☐ muy importante (10) ☐ menos importante (5) ☒ no relevante (0)	☐ sí (1) ☐ más bien sí (2) ☐ más bien no (3) ☒ no (4)	0 P = R * C

Medida	Reduzca el material de entrada mediante integración de funciones APRENDER	
Ideas de mejora		
Costes	☐ más ☐ el mismo porque ☐ menos	
Viabilidad	☐ difícil porque ☐ fácil	
Realización	☐ de inmediato responsabilidad ☐ más tarde ☐ nunca limite de tiempo	

Pulse el botón para grabar el listado como un archivo HTML

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/702A.HTM>

La siguiente imagen muestra los resultados que indica la lista de verificación de la herramienta online para la estrategia *reducción de las entradas del material* (Ver figura 35).

Figura 35: Resultados para la Estrategia Reducción de las Entradas del Material.

piezas de joyeria

www.ecodesign.at/cgi-bin/chkst.pl

piezas de joyeria

Mejora > Tipo A: materia prima intensivo > Reducción de las entradas de material

product description = piezas de joyeria
 phase = Mejora
 strategy = Reducción de las entradas de material
 id = 702

Prefiera el uso de materiales reciclados (materiales secundarios)

guideline measure = Prefiera el uso de materiales reciclados (materiales secundarios)
 idea = se utilizara materia reciclado de piezas de joyeria existente que no se utiliza y/o extraído por la mineria urbana
 assessment question = El producto está hecho de materiales reciclados (material secundario reusado para nuevos productos)?
 weighting = 10 (muy importante)
 assessment = 4 (no)
 priority = 40
 costs = 0 (el mismo)
 costs because = el precio de los materiales lo dicta el mercado
 implementation risk = lo (fácil)
 risk because = se puede proponer un servicio de recuperacion, existen empresas que se dedican a recuperar material de la basura electronica.
 action = ++ (más tarde)
 responsibility = departamento de administracion y produccion
 deadline = depende de las decisiones de la gerencia
 id = 1.01.05

Preferiblemente utilice componentes de un único material y/o reduzca el número de diferentes

guideline measure = Preferiblemente utilice componentes de un único material y/o reduzca el número de diferentes tipos de materiales
 idea = utilizar en lo posible solo metal precioso
 assessment question = Están hechos las partes y componentes del producto de un único material donde es posible?
 weighting = 10 (muy importante)
 assessment = 3 (más bien no)
 priority = 30
 costs = 1 (más)
 costs because = aumenta la cantidad de material
 implementation risk = hi (difícil)
 risk because = aumenta el costo
 action = ++ (más tarde)
 responsibility = departamento de diseño
 deadline = depende de las tendencias de la moda
 id = 1.01.07

Reduzca las entradas de material por medio de un diseño óptimo de esfuerzos

guideline measure = Reduzca las entradas de material por medio de un diseño óptimo de esfuerzos
 assessment question = Han sido realizadas medidas para optimizar la fuerza del producto y la resistencia al desgaste requerido y ahorrar entradas de mat
 weighting = 0 (no relevante)
 assessment = 3 (más bien no)
 priority = 0
 id = 1.02.01

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/702A.HTM>

Siguiendo con la metodología se verificara la estrategia *reciclado de materiales*:

Figura 36: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 1

ECODESIGN online PILOT: List

www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPAÑOL/PDS/DETAILS/719A.HTM

ECODESIGN online **PILOT** INTRODUCCIÓN PILOT ASISTENTE

APRENDER APLICAR

Reciclaje de materiales

Mejora ← (Tipo A: materia prima intensivo, Tipo E: disposición intensivo) ←

Listado para el análisis de Ecodiseño

Producto: piezas de joyería

Proporcione el producto una información completa de materiales usados mediante etiquetado conforme a los estándares?


 Qué materiales contiene el producto? Dónde y cómo pueden ser los materiales etiquetados e identificados de tal modo que no infiera equivocación - en particular después de la muerte del producto? Qué aspecto tiene el etiquetado estándar? Es necesario más información?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☐ muy importante (10) ☒ menos importante (5) ☐ no relevante (0)	☐ sí (1) ☐ más bien sí (2) ☐ más bien no (3) ☒ no (4)	20 $P = R * C$

Medida	Asegure que el etiquetado de materiales coincida con los estándares actuales
Ideas de mejora	añadir una etiqueta para que el usuario final se informe sobre el reciclado del metal
Costes	☒ más ☐ el mismo porque añadirá etiqueta ☐ menos
Viabilidad	☐ difícil ☒ fácil porque ya se tiene la información
Realización	☒ de inmediato responsabilidad departamento de diseño ☐ más tarde ☐ nunca límite de tiempo 15 días

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPAÑOL/PDS/DETAILS/719A.HTM>

Figura 37: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 2

Permiten todos los componentes del producto la separación de materiales para el propósito del reciclaje?


 Qué diferentes materiales contiene el producto? Cómo son tratados o reciclados los diferentes materiales? Qué materiales son incompatibles con el reciclaje y no pueden ser separados? Qué medidas facilitarían la separación de materiales? Es posible elegir otra, más compatible, combinación de materiales?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☒ muy importante (10) ☐ menos importante (5) ☐ no relevante (0)	☐ sí (1) ☒ más bien sí (2) ☐ más bien no (3) ☐ no (4)	20 P = R * C

Medida	Posible la separación de materiales para el reciclaje APRENDER
Ideas de mejora	disminuir el numero de piedras en las piezas de joyeria
Costes	☒ más ☐ el mismo porque se eliminara piezas del producto ☐ menos
Viabilidad	☐ difícil porque el producto lo permite ☒ fácil
Realización	☒ de inmediato responsabilidad departamento de diseño ☐ más tarde ☐ nunca limite de tiempo 15 dias

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/719A.HTM>

Figura 38: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 3

Pueden ser identificados materiales perjudiciales o valiosos en el producto y proporcionar el diseño para una fácil extracción de los mismos?


 Contiene el producto materiales perjudiciales o valiosos? Cómo puede hacerse más fácil la extracción anterior al reciclaje? Es el uso de estos materiales inevitable?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☒ muy importante (10) ☐ menos importante (5) ☐ no relevante (0)	☒ sí (1) ☐ más bien sí (2) ☐ más bien no (3) ☐ no (4)	10 P = R * C

Medida	Asegure una simple extracción de materiales tanto perjudiciales como valiosos APRENDER
Ideas de mejora	utilizar material puro
Costes	☒ más ☐ el mismo porque el costo del material depende de la pureza ☐ menos
Viabilidad	☐ difícil porque aumenta los costos ☒ fácil
Realización	☐ de inmediato responsabilidad departamentos de administracion y mercadeo ☐ más tarde ☒ nunca limite de tiempo

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/719A.HTM>

Figura 39: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 4

Son la capa de la superficie y el material base compatibles al reciclaje?



Qué componentes tiene la capa protectora? Puede esta capa perjudicar el reciclaje? Existen soluciones alternativas?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☐ muy importante (10) ☒ menos importante (5) ☐ no relevante (0)	☒ sí (1) ☐ más bien sí (2) ☐ más bien no (3) ☐ no (4)	5 P = R * C

Medida	Asegure que el recubrimiento superficial y el material base son apropiados para el reciclaje APRENDER
Ideas de mejora	proponer joyeria con acabado mate
Costes	☐ más ☐ el mismo porque reduccion de materiales de entrada ☒ menos
Viabilidad	☒ difícil porque depende del gusto del usuario final ☐ fácil
Realización	☒ de inmediato responsabilidad departamento de produccion ☐ más tarde ☐ nunca límite de tiempo 2 meses

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/719A.HTM>

Figura 40: Lista de Verificación para la Estrategia Reciclaje de Materiales; Medida 5

Es posible una extracción completa de materiales perjudiciales?



Contiene el producto sustancias perjudiciales? Son realmente inevitables? Cómo puede ser garantizada una simple extracción de estos materiales? Qué medidas pueden prevenir que los materiales no permanezcan después de su uso?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☐ muy importante (10) ☐ menos importante (5) ☒ no relevante (0)	☒ sí (1) ☐ más bien sí (2) ☐ más bien no (3) ☐ no (4)	0 P = R * C

Medida	Posibilite la extracción de materiales y sustancias perjudiciales inevitables APRENDER
Ideas de mejora	
Costes	☐ más ☐ el mismo porque ☐ menos
Viabilidad	☐ difícil porque ☐ fácil
Realización	☐ de inmediato responsabilidad ☐ más tarde ☐ nunca límite de tiempo

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/719A.HTM>

La siguiente imagen muestra los resultados que indica la lista de verificación para la estrategia *reciclado de materiales* (Ver figura 41).

Figura 41: Resultados para la Estrategia Reciclaje de Materiales.

Posible la separación de materiales para el reciclaje

guideline measure = Posible la separación de materiales para el reciclaje
idea = disminuir el numero de piedras en las piezas de joyeria
assessment question = Permiten todos los componentes del producto la separación de materiales para el propósito del reciclaje?
weighting = 10 (muy importante)
assessment = 2 (más bien sí)
priority = 20
costs = -1 (menos)
costs because = se eliminara piezas del producto
implementation risk = lo (fácil)
risk because = el producto lo permite
action = 0 (de inmediato)
responsibility = departamento de diseño
deadline = 15 días
id = 5.05.02

Asegure una simple extracción de materiales tanto perjudiciales como valiosos

guideline measure = Asegure una simple extracción de materiales tanto perjudiciales como valiosos
idea = utilizar material puro
assessment question = Pueden ser identificados materiales perjudiciales o valiosos en el producto y proporcionar el diseño para una fácil extracción de los mismos?
weighting = 10 (muy importante)
assessment = 1 (sí)
priority = 10
costs = 1 (más)
costs because = el costo del material depende de la pureza
implementation risk = hi (difícil)
risk because = aumenta los costos
action = inf (nunca)
responsibility = departamentos de administracion y mercadeo
id = 5.05.03

Asegure que el recubrimiento superficial y el material base son apropiados para el reciclaje

guideline measure = Asegure que el recubrimiento superficial y el material base son apropiados para el reciclaje
idea = proponer joyeria con acabado mate
assessment question = Son la capa de la superficie y el material base compatibles al reciclaje?
weighting = 5 (menos importante)
assessment = 1 (sí)
priority = 5
costs = -1 (menos)
costs because = reduccion de materiales de entrada
implementation risk = hi (difícil)
risk because = depende del gusto del usuario final
action = 0 (de inmediato)
responsibility = departamento de produccion
deadline = 2 meses
id = 5.05.05

Posibilite la extracción de materiales y sustancias perjudiciales inevitables

guideline measure = Posibilite la extracción de materiales y sustancias perjudiciales inevitables
assessment question = Es posible una extracción completa de materiales perjudiciales?
weighting = 0 (no relevante)
assessment = 1 (sí)
priority = 0
id = 5.06.01

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/719A.HTM>

Por último se verificara la estrategia *optimización del tipo y cantidad de materiales en el proceso de producción*:

Figura 42: Lista de Verificación para la Estrategia optimización del tipo y cantidad de materiales en el proceso de producción; Medida 1

ECODESIGN online PILOT: Listado para el análisis de Ecodiseño

www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPAÑOL/PDS/DETAILS/704A.HTM

ECODESIGN online PILOT INTRODUCCIÓN | PILOT | ASISTENTE

APRENDER | APLICAR

Optimización del tipo y cantidad de materiales en proceso

Mejora ← Tipo B: fabricación intensivo →

Listado para el análisis de Ecodiseño

Producto: piezas de joyería

Son reciclados los materiales en proceso y auxiliares?

Qué cantidades de materiales en proceso y auxiliares son utilizados? Es posible el reciclaje de estos materiales? En el caso de que sí, qué modificaciones en el proceso de producción serían necesarios? Puede ser realizado una reducción de costes?

Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☒ muy importante (10) ☐ menos importante (5) ☐ no relevante (0)	☐ sí (1) ☒ más bien sí (2) ☐ más bien no (3) ☐ no (4)	20 $P = R * C$

Medida	Recibe los materiales en proceso y auxiliares siempre que sea posible
Ideas de mejora	almacenar y utilizar aguas lluvia
Costes	☐ más ☐ el mismo porque ahorro en el consumo del agua ☒ menos
Viabilidad	☒ difícil porque canalizar las aguas y almacenarlas ☐ fácil
Realización	☐ de inmediato responsabilidad departamento administrativo y produccion ☒ más tarde ☐ nunca limite de tiempo 6 meses

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPAÑOL/PDS/DETAILS/704A.HTM>

Figura 43: Lista de Verificación para la Estrategia optimización del tipo y cantidad de materiales en el proceso de producción; Medida 2

Son los materiales en proceso y auxiliares utilizados en la producción medio ambientalmente aceptables, y han sido eliminadas todo tipo de sustancias peligrosas?



¿Qué materiales auxiliares y en proceso son empleados en el proceso de producción? En qué cantidades? Cuáles de los materiales empleados deben ser considerados medio ambientalmente peligrosos y por qué? ¿Qué alternativas existen?

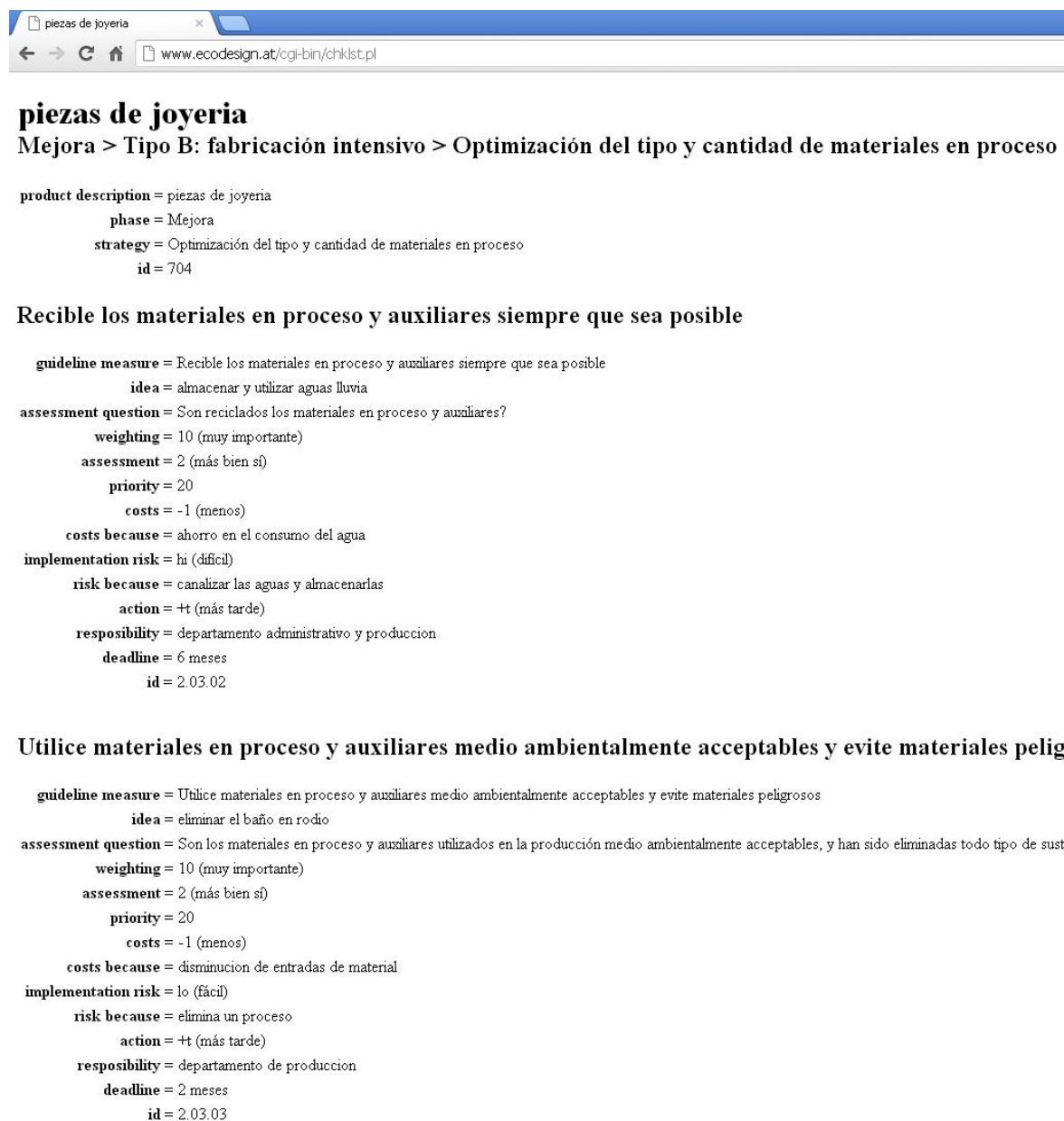
Relevancia (R)	Cumplimiento (C)	Prioridad (P)
☒ muy importante (10) ☐ menos importante (5) ☐ no relevante (0)	☐ sí (1) ☒ más bien sí (2) ☐ más bien no (3) ☐ no (4)	20 P = R * C

Medida	Utilice materiales en proceso y auxiliares medio ambientalmente aceptables y evite materiales peligrosos peligrosos
Ideas de mejora	eliminar el baño en rodio
Costes	☐ más ☐ el mismo porque disminucion de entradas de material ☒ menos
Viabilidad	☐ difícil porque elimina un proceso ☒ fácil
Realización	☐ de inmediato responsabilidad departamento de produccion ☒ más tarde límite de tiempo 2 meses ☐ nunca

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/704A.HTM>

El resultado obtenido por la herramienta online en la lista de comprobación para la estrategia de *optimización del tipo y cantidad de materiales en el proceso de producción* se muestra a continuación (ver Figura 44):

Figura 44: Resultados para la Estrategia optimización del tipo y cantidad de materiales en el proceso de producción.



piezas de joyeria

Mejora > Tipo B: fabricación intensivo > Optimización del tipo y cantidad de materiales en proceso

product description = piezas de joyeria
phase = Mejora
strategy = Optimización del tipo y cantidad de materiales en proceso
id = 704

Recible los materiales en proceso y auxiliares siempre que sea posible

guideline measure = Recible los materiales en proceso y auxiliares siempre que sea posible
idea = almacenar y utilizar aguas lluvia
assessment question = Son reciclados los materiales en proceso y auxiliares?
weighting = 10 (muy importante)
assessment = 2 (más bien sí)
priority = 20
costs = -1 (menos)
costs because = ahorro en el consumo del agua
implementation risk = hi (difícil)
risk because = canalizar las aguas y almacenarlas
action = +t (más tarde)
responsibility = departamento administrativo y producción
deadline = 6 meses
id = 2.03.02

Utilice materiales en proceso y auxiliares medio ambientalmente aceptables y evite materiales peligrosos

guideline measure = Utilice materiales en proceso y auxiliares medio ambientalmente aceptables y evite materiales peligrosos
idea = eliminar el baño en rodio
assessment question = Son los materiales en proceso y auxiliares utilizados en la producción medio ambientalmente aceptables, y han sido eliminadas todo tipo de sustar
weighting = 10 (muy importante)
assessment = 2 (más bien sí)
priority = 20
costs = -1 (menos)
costs because = disminucion de entradas de material
implementation risk = lo (fácil)
risk because = elimina un proceso
action = +t (más tarde)
responsibility = departamento de producción
deadline = 2 meses
id = 2.03.03

Fuente: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/DETAILS/704A.HTM>

La tabla 6 presenta las medidas seleccionadas con su respectiva calificación en cuanto a la prioridad. Estas medidas fueron ordenadas según el valor y nivel de importancia de cada una de ellas.

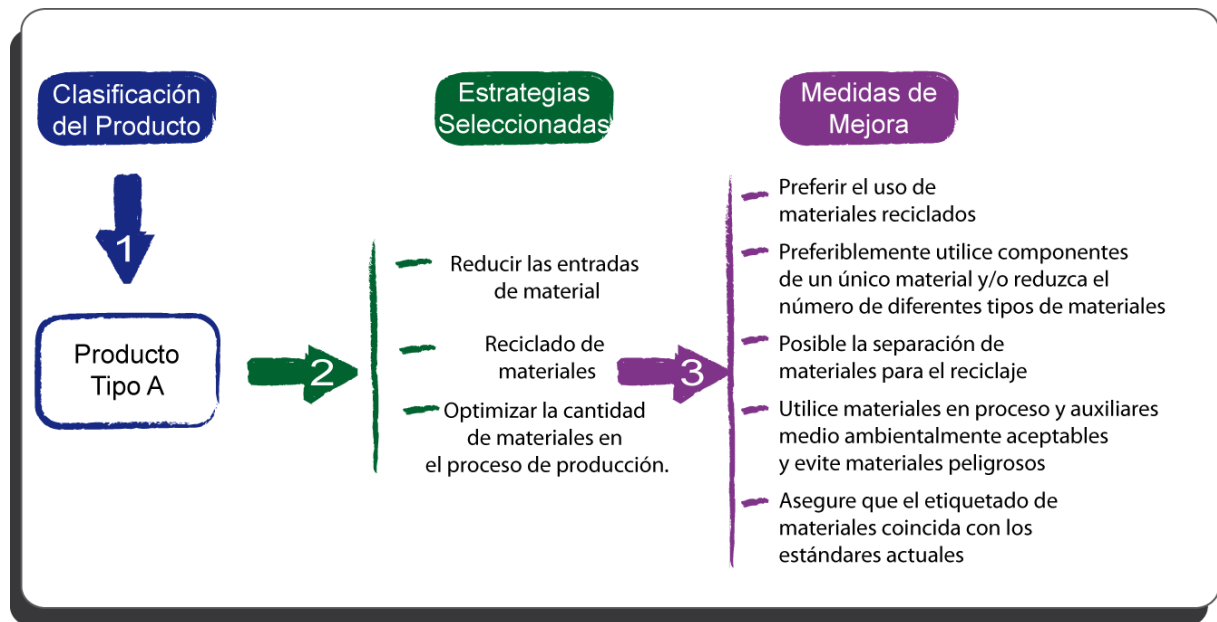
Tabla 6: Medidas de mejora para Piezas de Joyería.

MEDIDAS DE MEJORA IDENTIFICADAS	PRIORIDAD
Prefiera el uso de materiales reciclados	ALTA (40)
Preferiblemente utilice componentes de un único material y/o reduzca el número de diferentes tipos de materiales	ALTA (30)
Posible la separación de materiales para el reciclaje	MEDIA (20) +1
Utilice materiales en proceso y auxiliares medio ambientalmente aceptables y evite materiales peligrosos	MEDIA (20) +1
Asegure que el etiquetado de materiales coincida con los estándares actuales	MEDIA (20) +1
Recicle los materiales en proceso auxiliares siempre que sea posible	MEDIA (20) -1
Asegure una simple extracción de materiales tanto perjudiciales como valiosos	BAJA (10)
Asegure que el recubrimiento superficial y el material base son apropiados para el reciclaje	BAJA (5)
Posibilite la extracción de materiales y sustancias perjudiciales inevitables	NINGUNA (0)
Reduzca las entradas de material por medio de un diseño óptimo de esfuerzos	NINGUNA (0)
Reduzca el material de entrada mediante integración de funciones	NINGUNA (0)

Fuente: Autor

De acuerdo a los resultados presentados por la herramienta se eligen las medidas con mayor prioridad, pues estas permiten obtener mejores resultados con respecto a la reducción del impacto ambiental producido en el proceso. Las medidas escogidas se muestran en la figura 45

Figura 45: Selección de Medidas de Mejora para Piezas de Joyería.



Fuente: Autor

7.3. IMPLEMENTACIÓN DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO

Una vez halladas las estrategias de eco-diseño y formuladas las medidas de mejora relacionadas con el producto, el siguiente paso es la implementación de estas en el desarrollo del producto. Esta fase se inicia con la transformación de las medidas de mejora en ideas de diseño.

7.3.1. Transformar Medidas de Mejora en Posibles Cambios de Diseño del Producto

Transformar las medidas de mejora en cambios detallados de diseño se logra a través de una lluvia de ideas, esta se realiza por el equipo multifuncional (EMF) para determinar las ideas de mejora que serán establecidas en la herramienta online durante la verificación de las estrategias con las listas de comprobación.

La tabla 7 muestra los resultados de la transformación de las medidas de mejora

Tabla 7: Cambios Detallados de Diseño.

Medidas de Mejora	Cambios Detallados del Diseño
Prefiera el uso de materiales reciclados	Se utilizaran metales preciosos (oro y plata) reciclados y/o extraídos por medio de la minería urbana.
Preferiblemente utilice componentes de un único material y/o reduzca el número de diferentes tipos de materiales	Se utilizara en lo posible solo metal precioso.
Mejore tiempos y gastos energéticos en la separación de materiales para el reciclaje	Disminuir el número de piedras
Utilice materiales auxiliares medio ambientalmente aceptables y evite materiales peligrosos en el proceso de producción	Eliminar acabado superficial (baños en rodio, paladio, etc.).
Asegure que el etiquetado de materiales coincida con los estándares actuales	Añadir etiqueta con información sobre el reciclado del material.

Fuente: Autor

7.3.2. Aclarar la tarea

Esta etapa inicia con la formulación de la tarea donde se define y declara la misión del proyecto, se establece una pequeña descripción de este y una propuesta de valor agregado, para finalizar la etapa con las especificaciones o requerimientos de diseño.

7.3.2.1. Formulación de la tarea

- **Declaración de la misión**

Diseño y construcción de accesorios de joyería elaborados en metales preciosos, aplicando estrategias de eco-diseño para reducir el impacto ambiental.

Tabla 8: Declaración de la Misión.

Descripción del producto	Accesorios elaborados metales preciosos, oro y plata, gemas naturales y/o sintéticas.
Propuesta de valor	Generar conciencia de reciclaje y de re-uso en nuestros clientes con la reutilización de productos que ya cumplieron con su ciclo de vida. Reducir el impacto ambiental debido a la extracción de metales preciosos.
Objetivos de negocio	Diseñar productos reutilizando metales preciosos (oro y plata) Implementar en el mercado joyería con valor agregado de productos ECO (amigables con el medioambiente)
Mercado primario	70% de ventas en el mercado primario Ayuda a la conservación del medio ambiente Introducción del producto en primavera del 2.013
Mercado secundario	Ventas grandes joyerías Catálogos en internet
Suposiciones y restricciones	La maquinaria a utilizar se solicitara servicio a proveedores locales Compradores y usuarios Variedad de diseños de acuerdo a las especificaciones Operaciones de manufactura Operaciones de servicio Distribuidores

Fuente: Autor

7.3.3.2. Especificaciones del producto. En esta parte se realizan encuestas y entrevistas las cuales ayudan a identificar las especificaciones del producto y las necesidades del usuario (ver anexos 4 y 5). Estas encuestas se efectúan al empresario y a usuarios mujeres entre los 22 y 60 años.

De los resultados de las encuestas (Ver resultados de encuestas ANEXO 5) y de la metodología de Eco-Diseño PILOT se obtuvieron las especificaciones o requerimientos del producto.

Tabla 9: Requerimientos de Eco-Diseño.

REQUERIMIENTOS DE ECODISEÑO
1. Se utilizaran metales preciosos (oro y plata) reciclados.
2. Se utilizara en lo posible solo metal precioso.
3. Disminuir el número de piedras.
4. Eliminar acabado superficial (baños en rodio, paladio, etc.).
5. Añadir etiqueta con información sobre el reciclado del material.

Fuente: Autor

Tabla 10: Requerimientos Técnicos.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS
1. Calibre para piezas en oro deben ser menores 0.75 mm y mayor de 0.65 mm dependiendo de la pieza.
2. Calibre para piezas en plata deben ser menor de 1.2 mm y mayor de 0.85 mm dependiendo de la pieza.
3. Diámetro interno del anillo matriz debe ser de 18.4 mm para facilitar el ajuste de la talla.
4. El engaste debe ser de fácil acceso.
5. Proceso de producción debe realizarse en un solo taller.
6. El peso de las piezas en oro no debe superar los 10 gramos.

Fuente: Autor

Tabla 11: Requerimientos Humanos.

REQUERIMIENTOS HUMANOS
1. Los materiales no deben producir alergias
2. Los acabados deben evitar causar daños a los usuarios primarios.
3. Se deben evitar aristas y filos que puedan lastimar a personas que interactúan con el usuario.
4. El peso de las piezas no debe superar los 15 gramos en el caso de los anillos y dijes.
5. El peso de los aretes no debe ser mayor de 10 gramos el par.

Fuente: Autor

Tabla 12: Requerimientos Formales.

REQUERIMIENTOS FORMALES
1. Se emplearán formas icónicas abstraídas de la naturaleza.
2. Los objetos se diseñaran con curvas suaves y femeninas.
3. En los diseños se utilizarán texturas y patrones geométricos.
4. Se incluirán piedras de colores vivos.
5. Las piezas suscitaran sensación de volúmenes grandes.

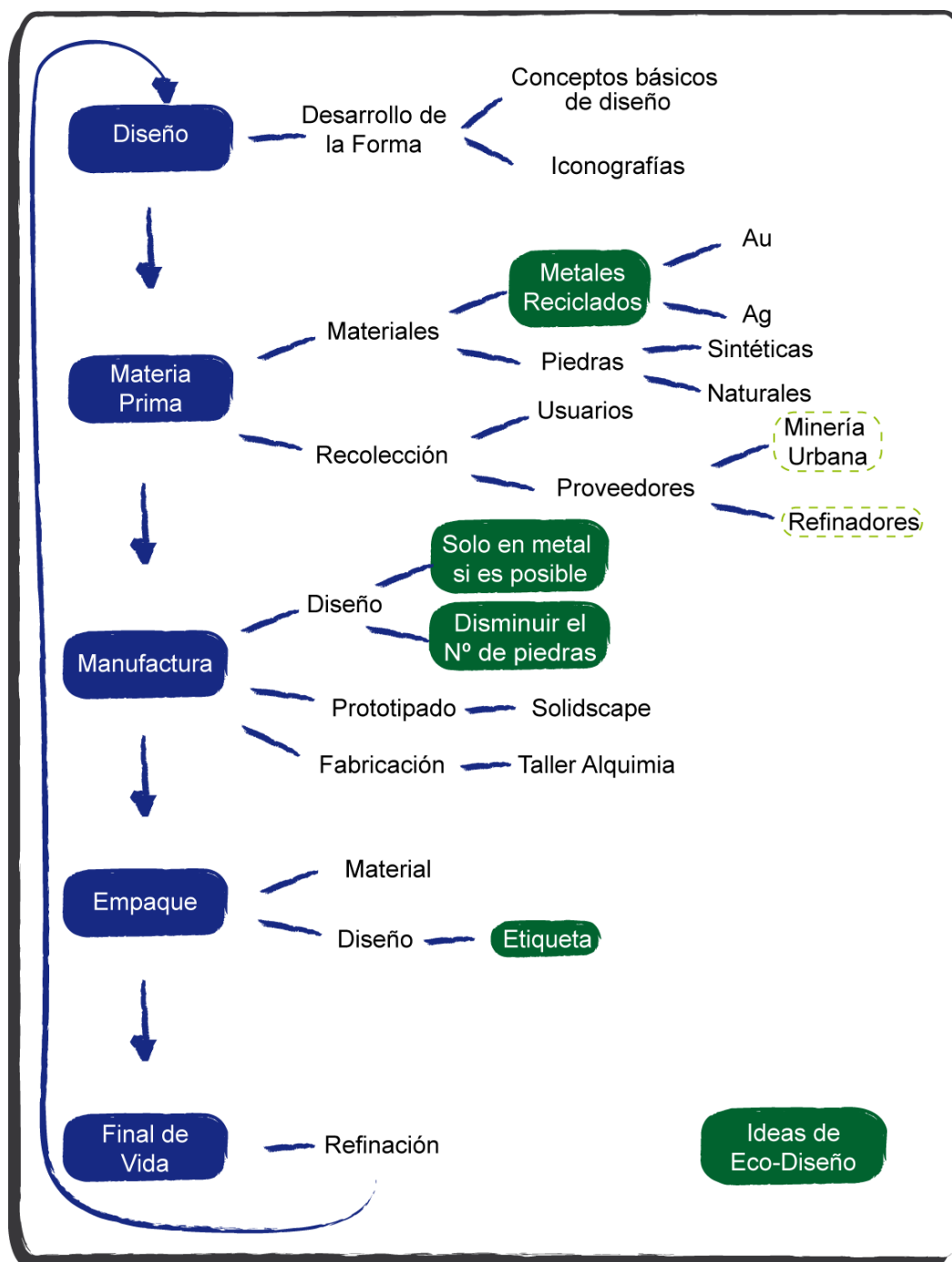
Fuente: Autor

7.3.3. Búsqueda de Soluciones Aplicables al Producto

7.3.3.1. De lo general a lo específico. Para solucionar los problemas que se presentan en el desarrollo del proyecto, se realiza las descomposiciones de cada problema iniciando desde el diseño y culminando en el final de vida del producto.

Luego de realizar esta descomposición de lo general a lo específico se procede a explicar y definir cada una de las posibles soluciones a elegir.

Figura 46: Descomposición de los Problemas.



Fuente: Autor

- **Diseño:** La solución al problema del diseño, enfatizado en el desarrollo de la forma de las piezas, se presentan como opciones las siguientes soluciones: conceptos básicos de diseño y referentes iconográficos; los cuales se definirán.
Conceptos básicos de diseño: Se refiere a conceptos tales como radiación, gravedad, contraste, simetría, textura, movimiento entre otros.
Referentes Iconográficos: Para el desarrollo formal del proyecto se pueden usar varios referentes presentes en el imaginario de los consumidores de productos de joyería; lo cual, consiste en tomar una o varias características de temas específicos presentes en la cultura local de los productores del sector y que pueden ser seleccionados según criterio del diseñador.
- **Materia prima:** La materia prima consiste en metales preciosos –oro y plata-reciclada.
Oro: se encuentra en el mercado según la aleación de 24, 18, 16, 14, 12, y 10 quilates. En Colombia se comercializan fundamentalmente dos tipos de oro, los llamados oro nacional e italiano; y de 24 y 18 quilates, siendo este último el más utilizado por los productores de joyas nacionales.
Oro de 24K: También llamado oro fino, es el material de oro en su estado más puro, pues no presenta ningún tipo de aleación.
Oro de 18K: Contiene 750 partes de oro fino con 250 partes de otro u otros metales, (plata, cobre, etc.) para proporcionarle cualidades mecánicas que el oro puro no presenta, como rigidez, solidez y color⁴¹.
Este recurso natural es extraído de minas en los departamentos de Antioquia, Choco, Bolívar, Cauca, Tolima, Santander, Nariño, Valle del Cauca y Risaralda, según el orden de importancia⁴².

⁴¹ BIBLIOTECA DE JOYERÍA IBARRA, Aleaciones del oro, Consultado: 15-Septiembre-2012 http://www.raulybarra.com/notijoya/archivosnotijoya8/8oro_aleaciones.htm

⁴² ASOMINEROS DE LA ANDI, FEDEDESARROLLO, La Minería En Colombia: Impacto Socioeconómico y Fiscal, Bogotá, Abril 2008. Pág: 56.

Figura 47: Lingotes de Oro.



Fuente: http://www.free-press-release.com/uploads/news/2012/09/08/1347150046_img0.jpg

Plata: Al igual que el oro, éste también es extraído de minas en los mismos lugares mencionados, porque al extraer oro éste viene en la roca con plata, cobre, platino, etc. En cuanto a su pureza, esta suele expresarse en tantos por mil; la plata en su estado puro es de una milésima, la plata que más se comercializan en Colombia son las llamadas 925 y 950 según el orden de preferencia en uso por los talleres.

Figura 48: Lingotes de Plata.



Fuente: <http://www.monex.com/images/photos/prodSilver01.jpg>

Plata 950: Esta aleación consta de un 95% de plata pura y 5% de cobre.

Plata 925: Aleación conformada por 92.5% de plata pura y 7.5% de cobre⁴³.

Gemas: En general, podemos llamar gemas a aquellos pequeños objetos de materia natural o artificial, de origen generalmente mineral (vulgarmente llamados piedras), aunque también puede ser animal, vegetal, o meteórico, que se usan para ornamentación o como adorno personal y se les atribuye un valor⁴⁴.

Figura 49: Gemas.



Fuente: <http://www.gemzone.comoj.com/gemPointImages/SriLankanHighlyTreasuredGems.jpg>

Recolección: Consiste en buscar el material para su refinación y posterior empleo como materia prima en la fabricación de las piezas de joyería, se proponen dos formas: la primera que el usuario lleve las joyas que no utilice para la fabricación de nuevas; y la segunda por medio de proveedores que se dedican a la compra de metales preciosos para reciclar.

⁴³ BIBLIOTECA DE JOYERÍA IBARRA, Aleaciones de la plata, Consultado: 15-Septiembre-2012 http://www.raulybarra.com/notijoya/archivosnotijoya/plata_aleacion.htm

⁴⁴ DE JOYAS, ¿Que es una gema?, Consultado 15-septiembre-2012, <http://www.dejoyas.com/que-es-una-gema.php>

Figura 50: Metales Preciosos Reciclados.



Fuente: Autor

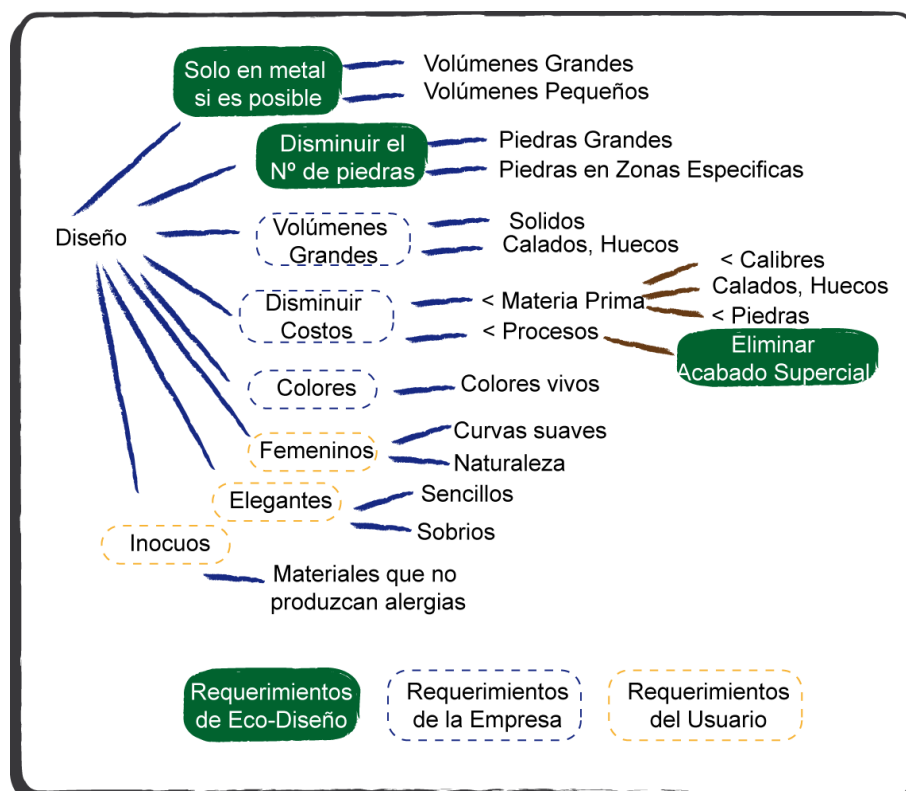
Conclusión

Se utilizará oro de 18K y plata 925 pues son lo que más se comercializa en el sector, se utilizaran gemas naturales y/o artificiales recicladas y el material se recolectara por medio de proveedores y/o usuarios.

- **Manufactura:** la manufactura se subdividirá en dos pasos, el diseño el cual es realizado por el estudiante y el prototipado y fabricación que se realiza en el taller de joyería.

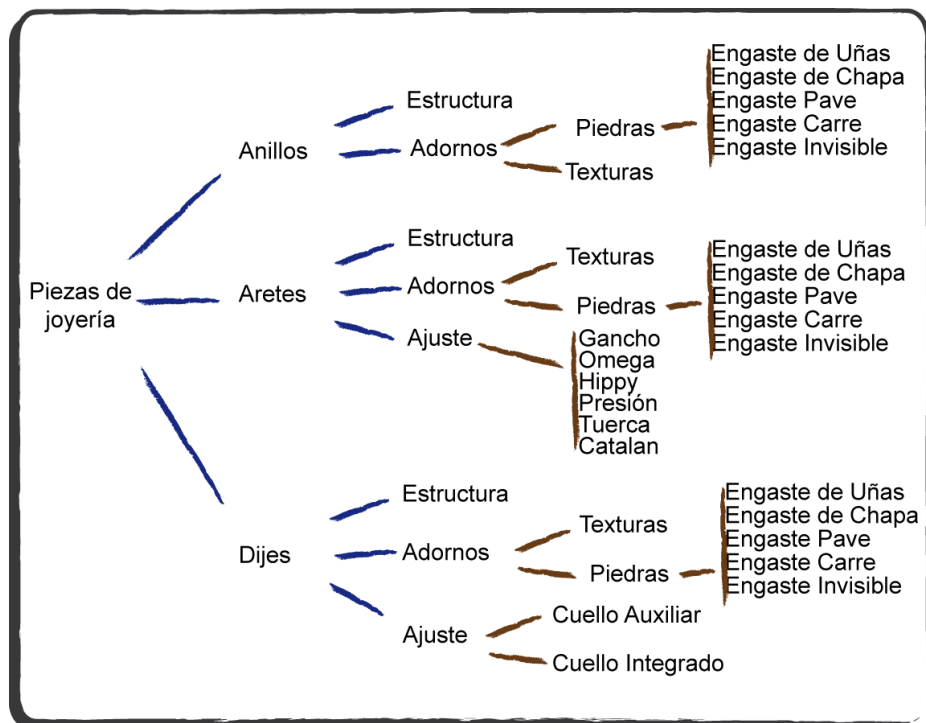
Diseño: Este paso es de gran importancia para el desarrollo del proyecto, por tal razón se subdividirá el problema en términos de funciones para encontrar soluciones más detalladas. En la etapa de diseño se utilizarán como base los requerimientos de diseño planteados anteriormente. Además de esto, se descomponen los problemas en términos de funciones y se plantean soluciones de diseño para cada una de las piezas de joyería.

Figura 51: Desglose en Función de Diseño Teniendo en cuenta los Requerimientos



Fuente: Autor

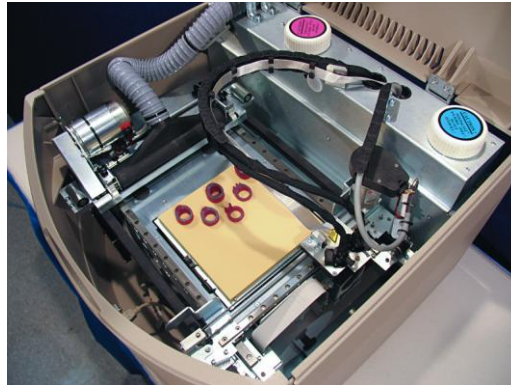
Figura 52: Desglose en Función de diseño de las Piezas de Joyería



Fuente: Autor

Prototipado y Fabricación: Esta etapa se realizara en los talleres de la empresa Alquimia Joyeros, debido a que ellos cuentan con la maquinaria necesaria para realizar todo el proceso, desde la máquina de prototipado rápido solidscape, hasta los ultrasónicos para darle los acabados finales; además del personal calificado con más de 10 años de experiencia en la producción de piezas de joyería.

Figura 53: Máquina de Prototipado Rápido Solidscape.



Fuente: Autor

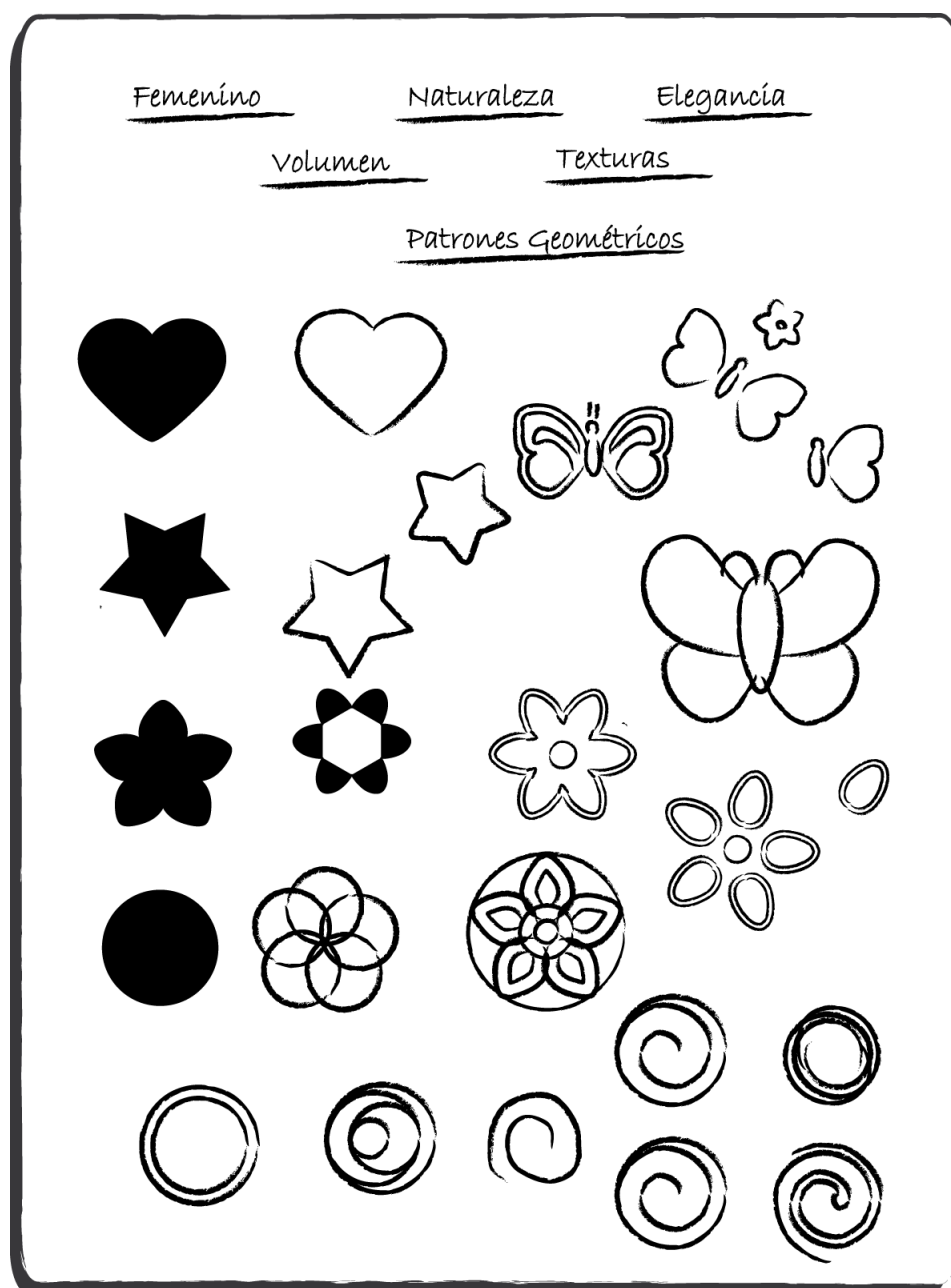
- **Empaque:** El diseño, los materiales y la etiqueta (resultado de ideas de eco-diseño de la metodología PILOT) del empaque se efectuarán más adelante, el cual se desarrollará acorde a las alternativas diseñadas en la fase de diseño.
- **Final de Vida:** La reparación y/o mantenimiento de las piezas se realiza junto con el proceso de producción de las joyas lo que no genera mayor carga energética para su realización. En cuanto a su final de vida y con todo lo señalado anteriormente se puede decir que la razón de ser del reciclado y recuperación de los metales se da por: la conservación y ahorro de los recursos naturales, la conservación y ahorro de energía (si se compara el gasto energético con la extracción del material), finalmente, la disminución de los residuos finales en vertederos o escombreras; conllevando todo esto a la conservación del medio ambiente.

Considerando todo esto se propondrá fomentar el reciclado de los materiales para su refinación y posterior uso en nuevos productos de joyería en metales preciosos.

7.3.4. Definir Solución en Detalle.

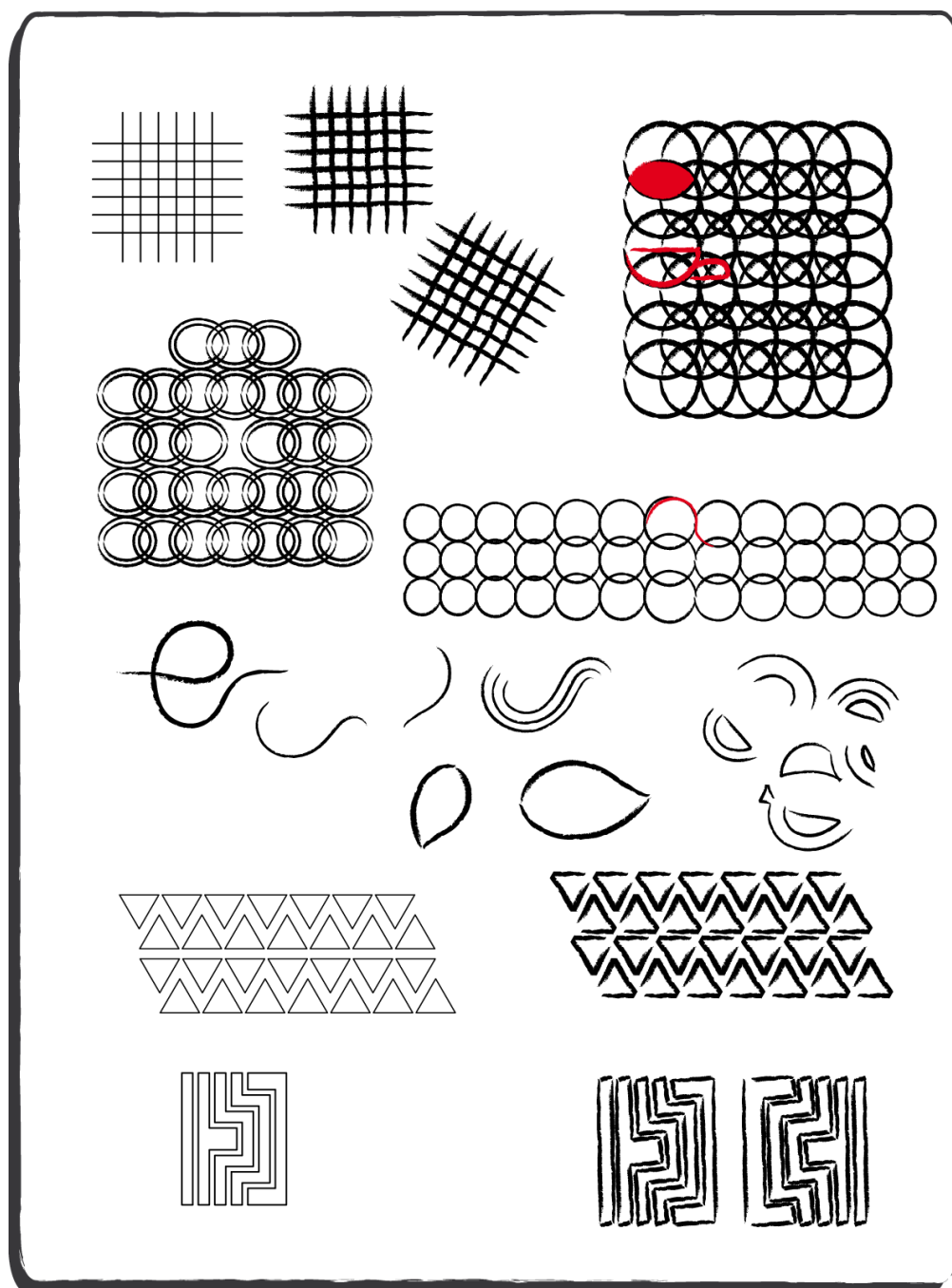
7.3.4.1. Lluvia de Ideas

Figura 54: Lluvia de Ideas, Iconografía.



Fuente: Autor

Figura 55: Lluvia de Ideas, Patrones Geométricos.



Fuente: Autor

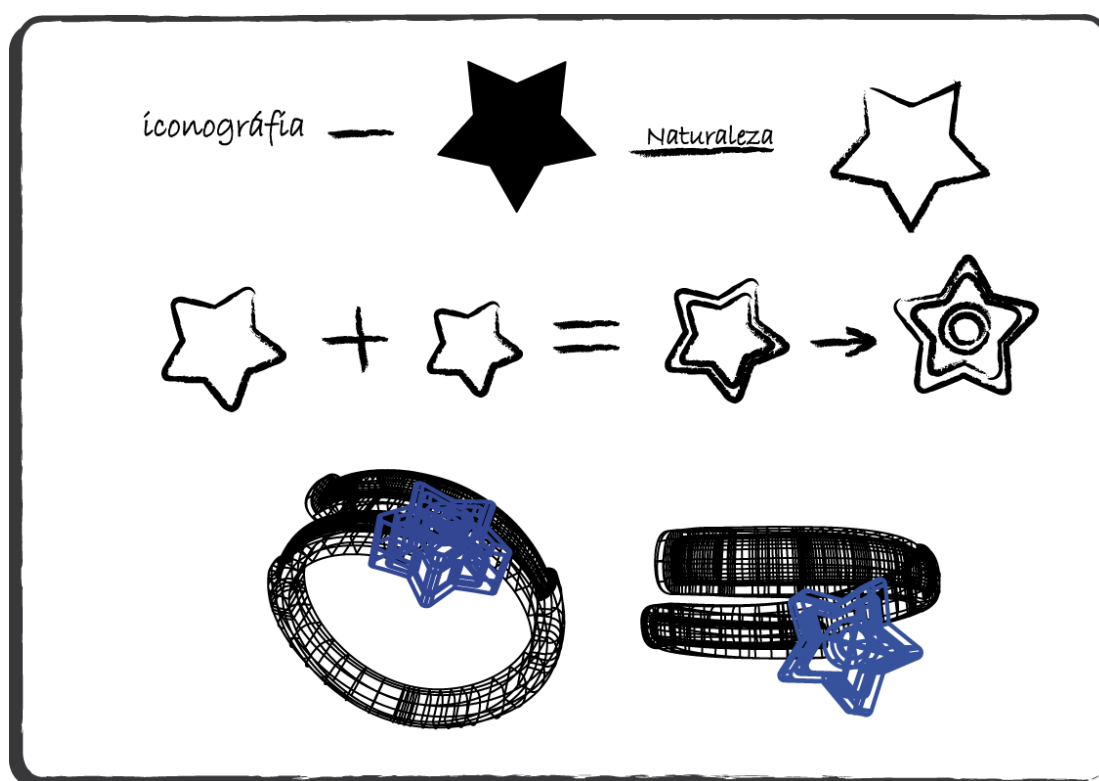
Estas ideas son generadas a partir de las necesidades identificadas, con base en iconografía, además de la sustracción y transformación de formas básicas, que

permiten iniciar el desarrollo de alternativas primarias para el desarrollo de las piezas.

7.3.4.2. Alternativas

- Alternativa N° 1

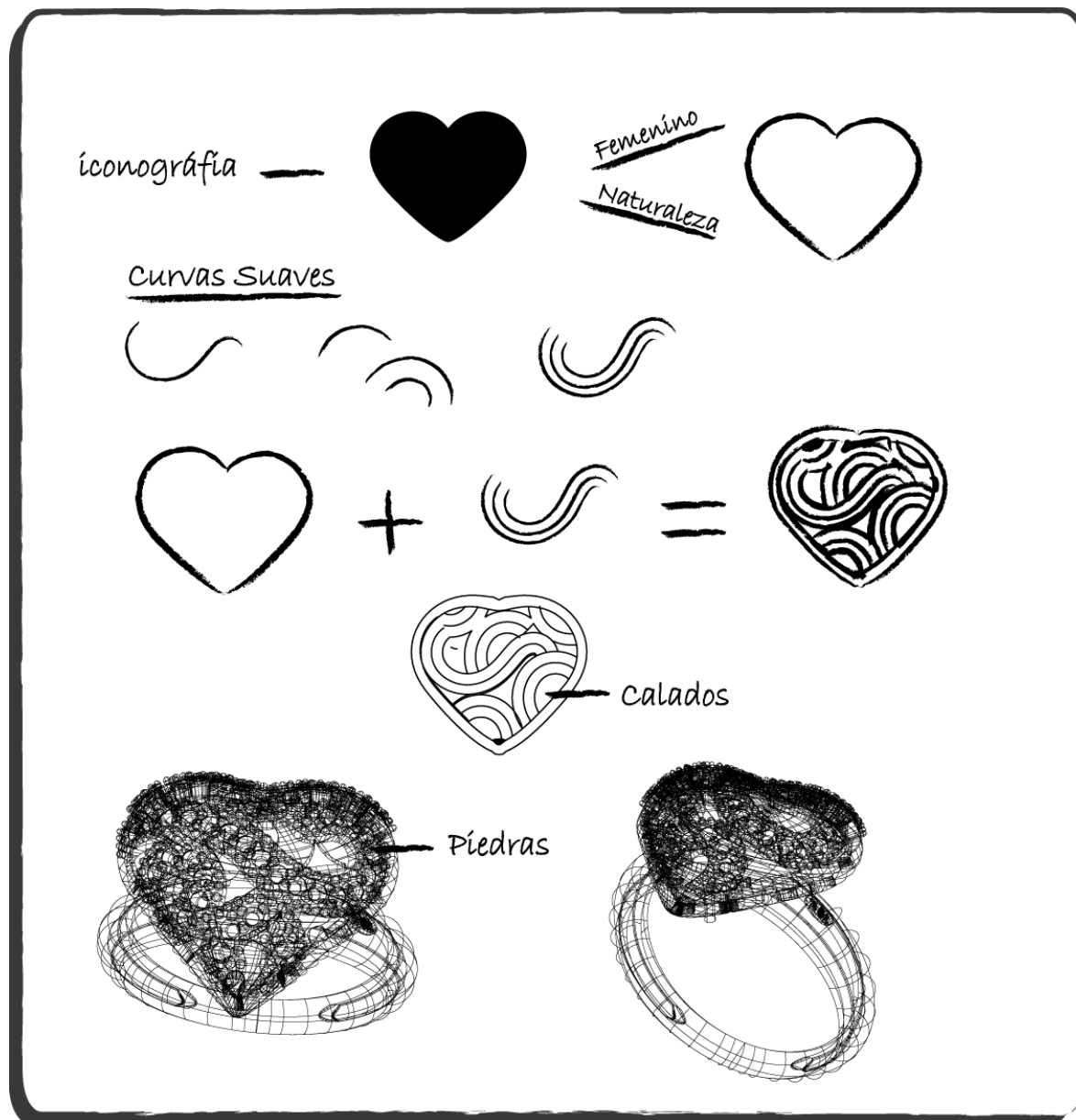
Figura 56: Alternativa N° 1.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 2

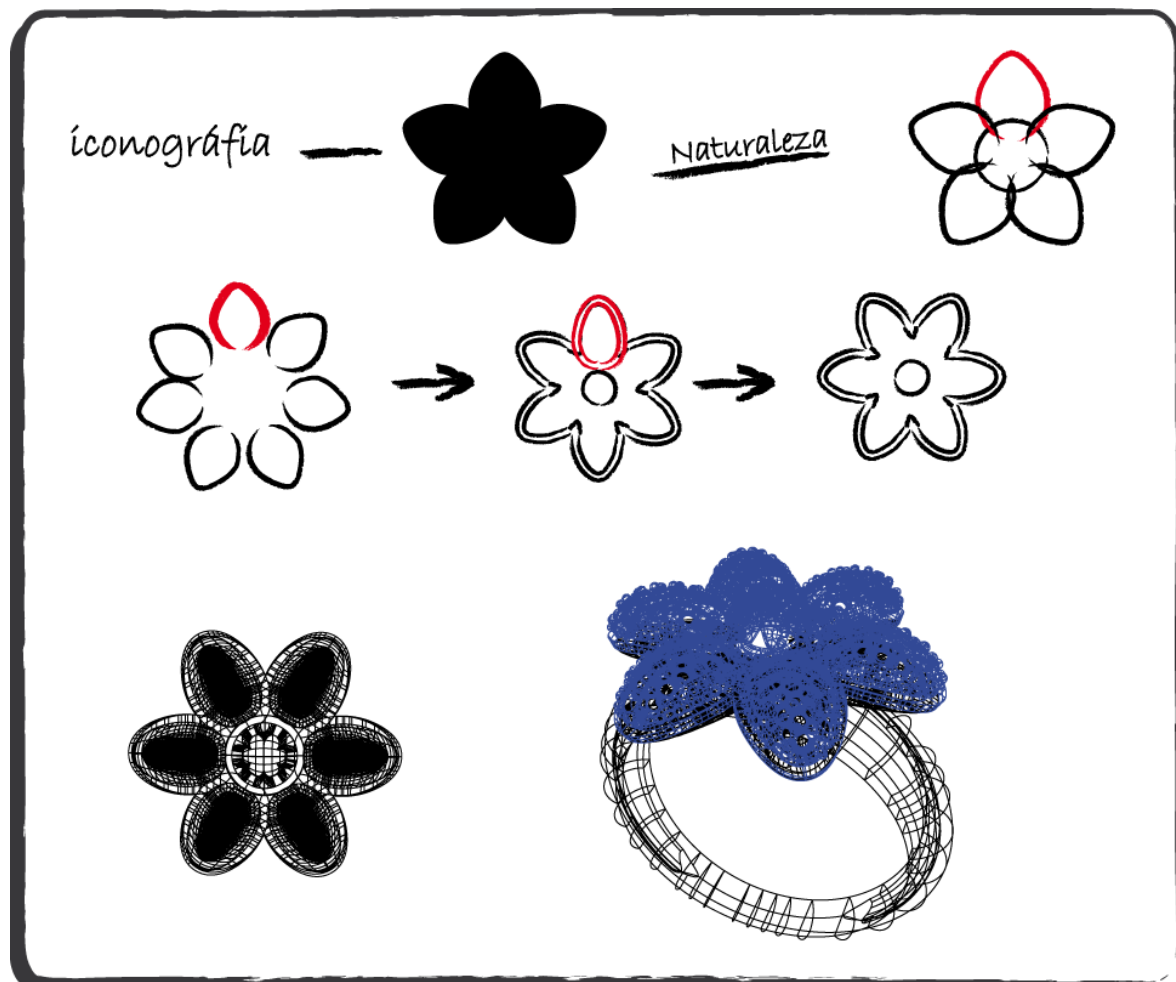
Figura 57: Alternativa N° 2.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 3

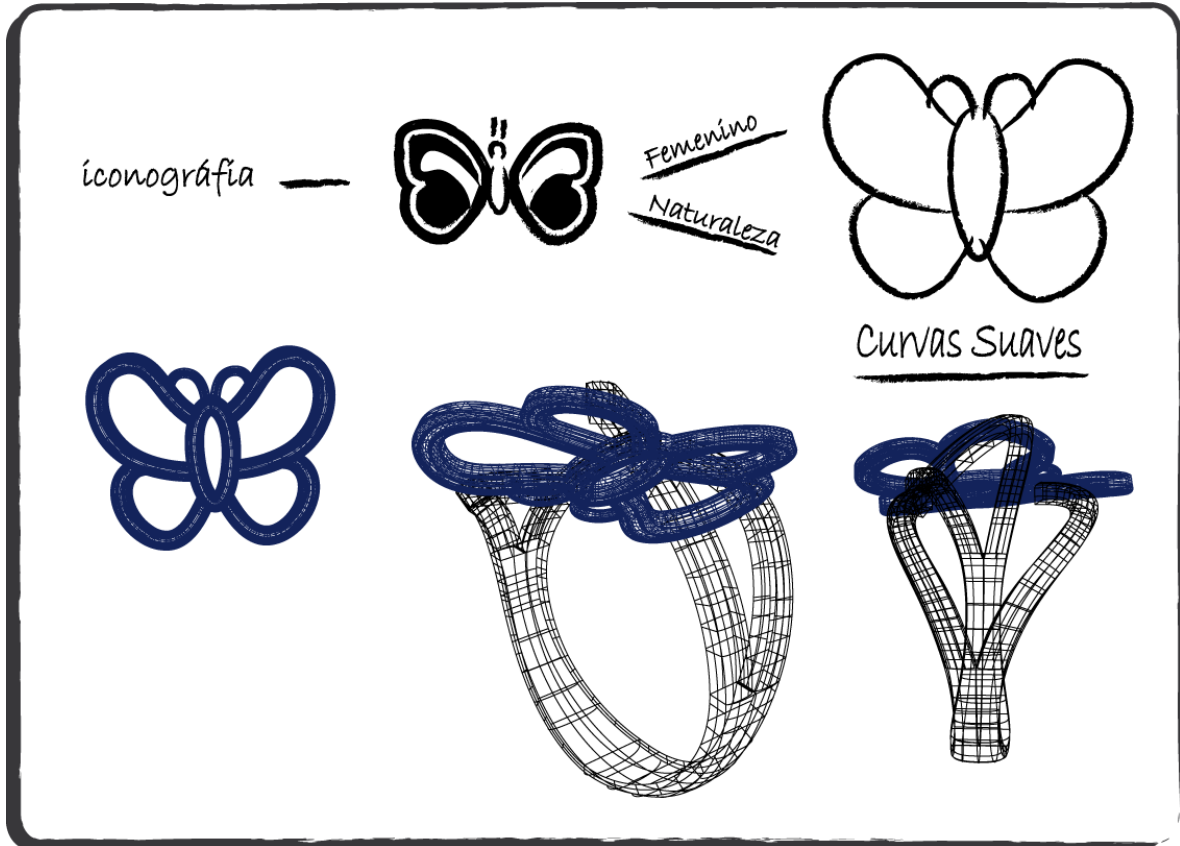
Figura 58: Alternativa N° 3.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 4

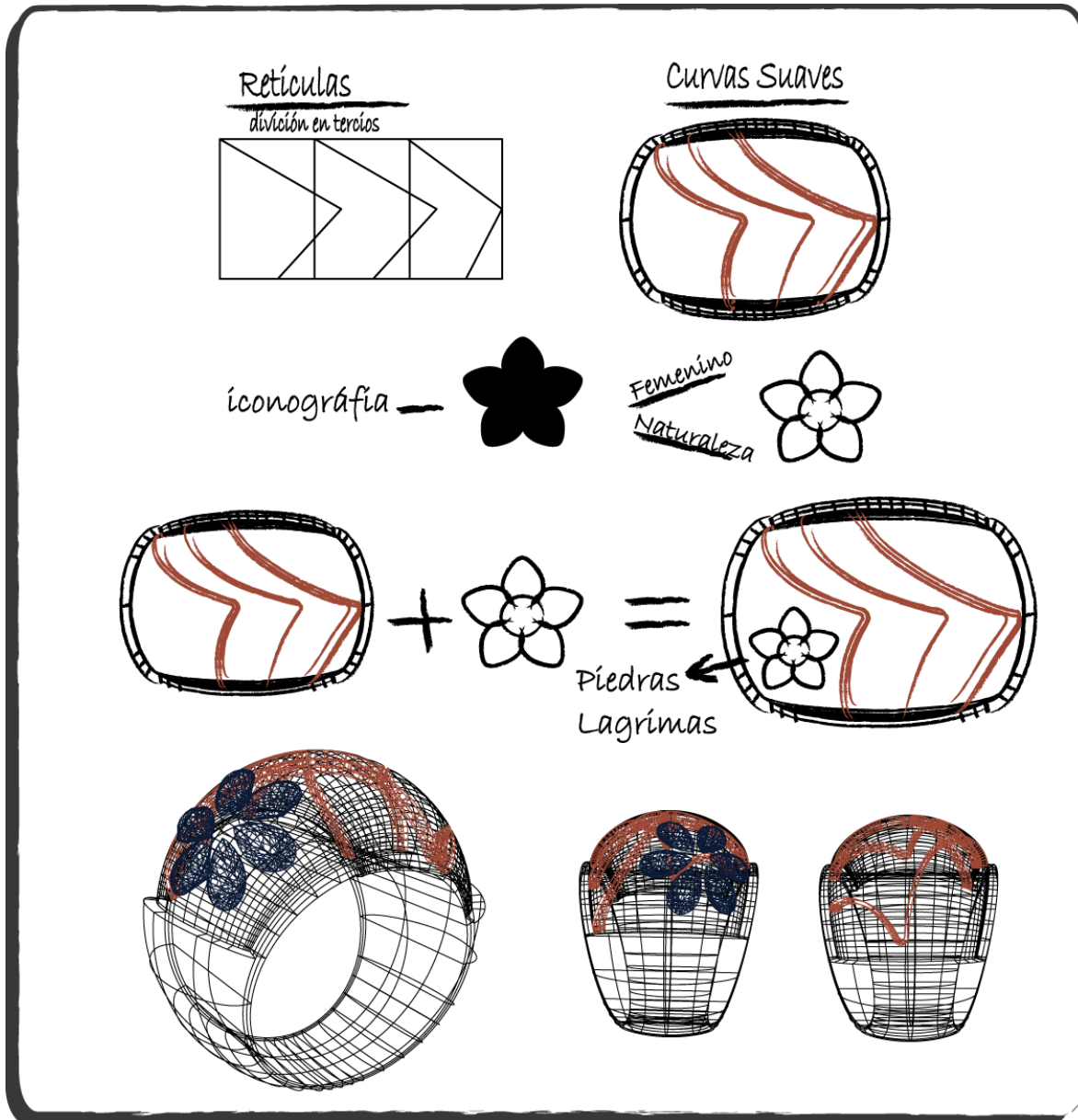
Figura 59: Alternativa N° 4.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 5

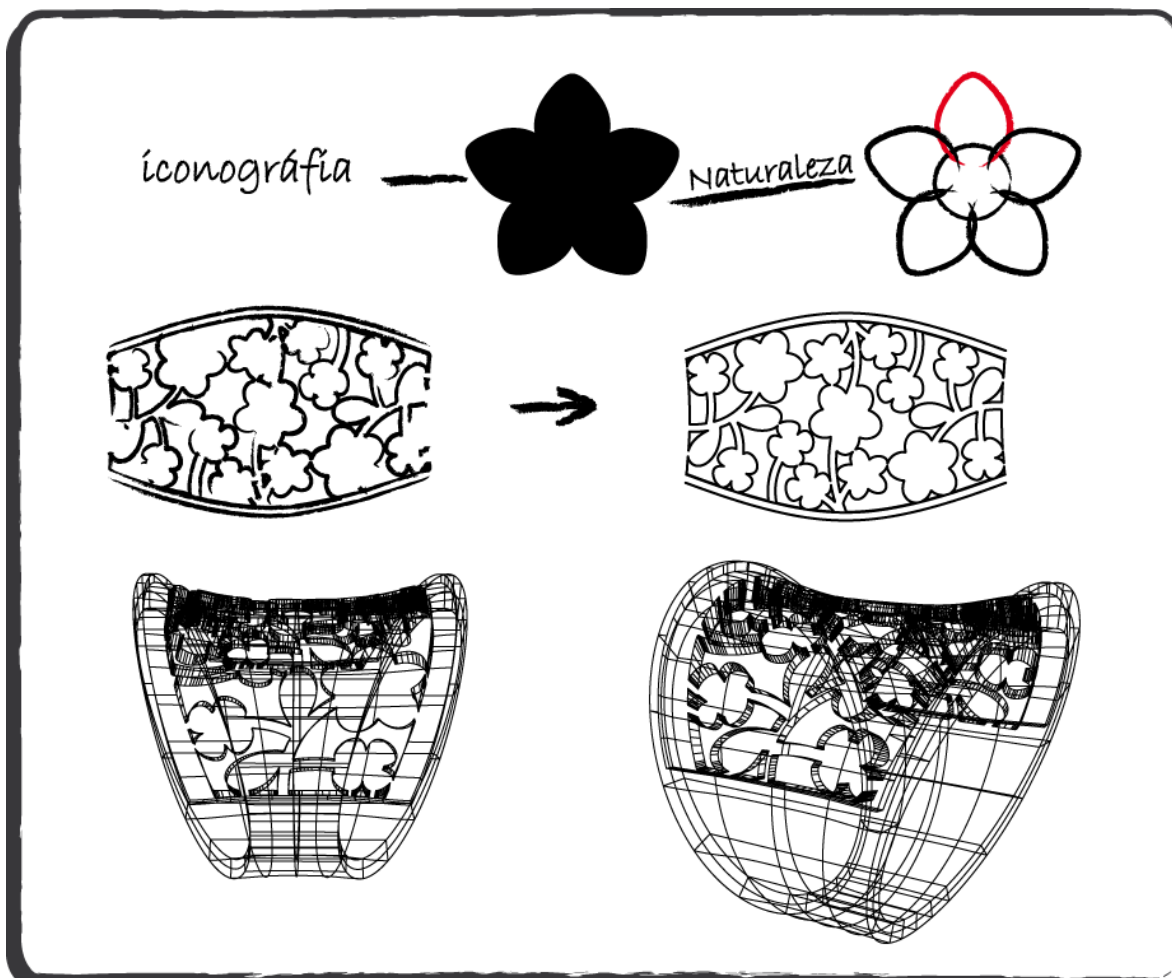
Figura 60: Alternativa N° 5.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 6

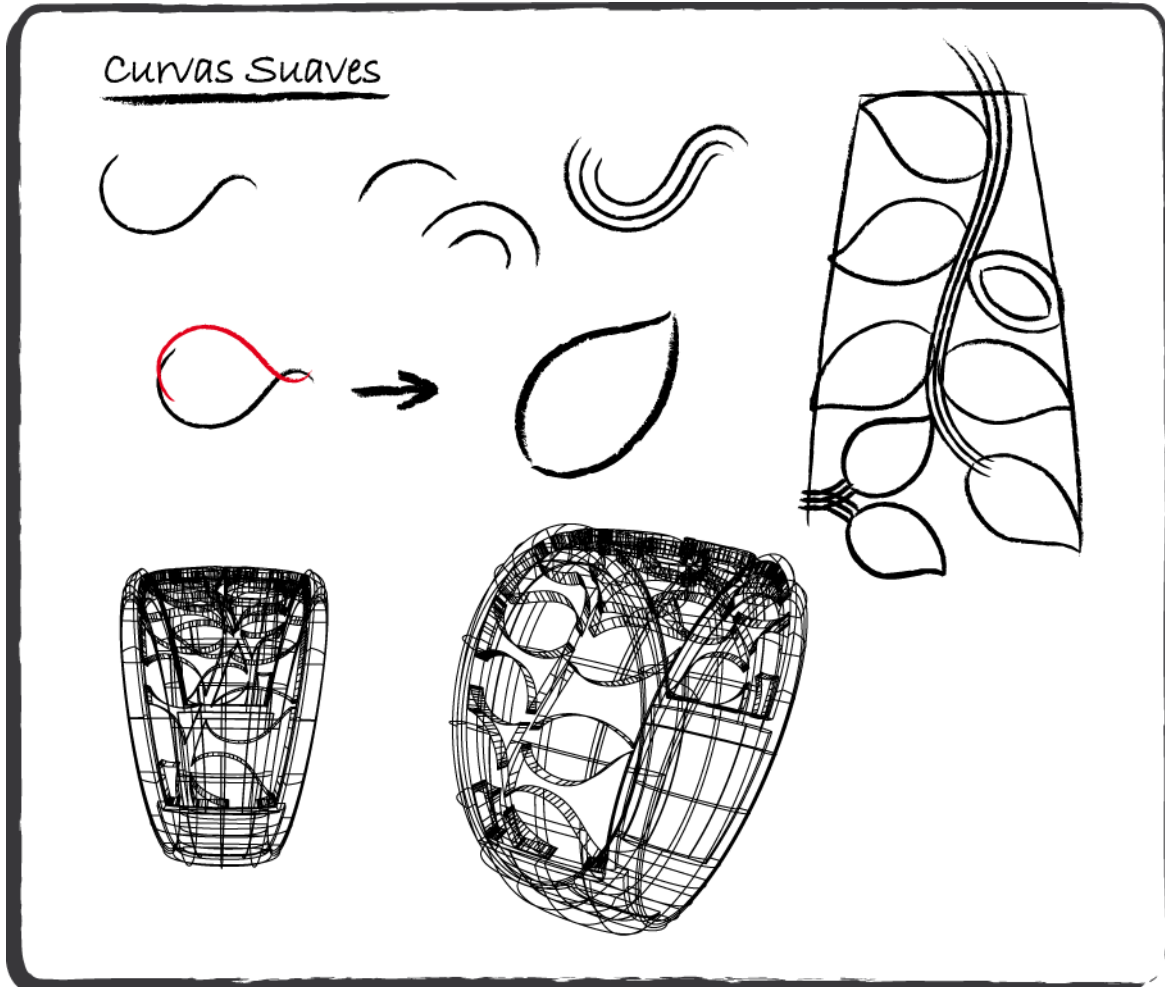
Figura 61: Alternativa N° 6.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 7

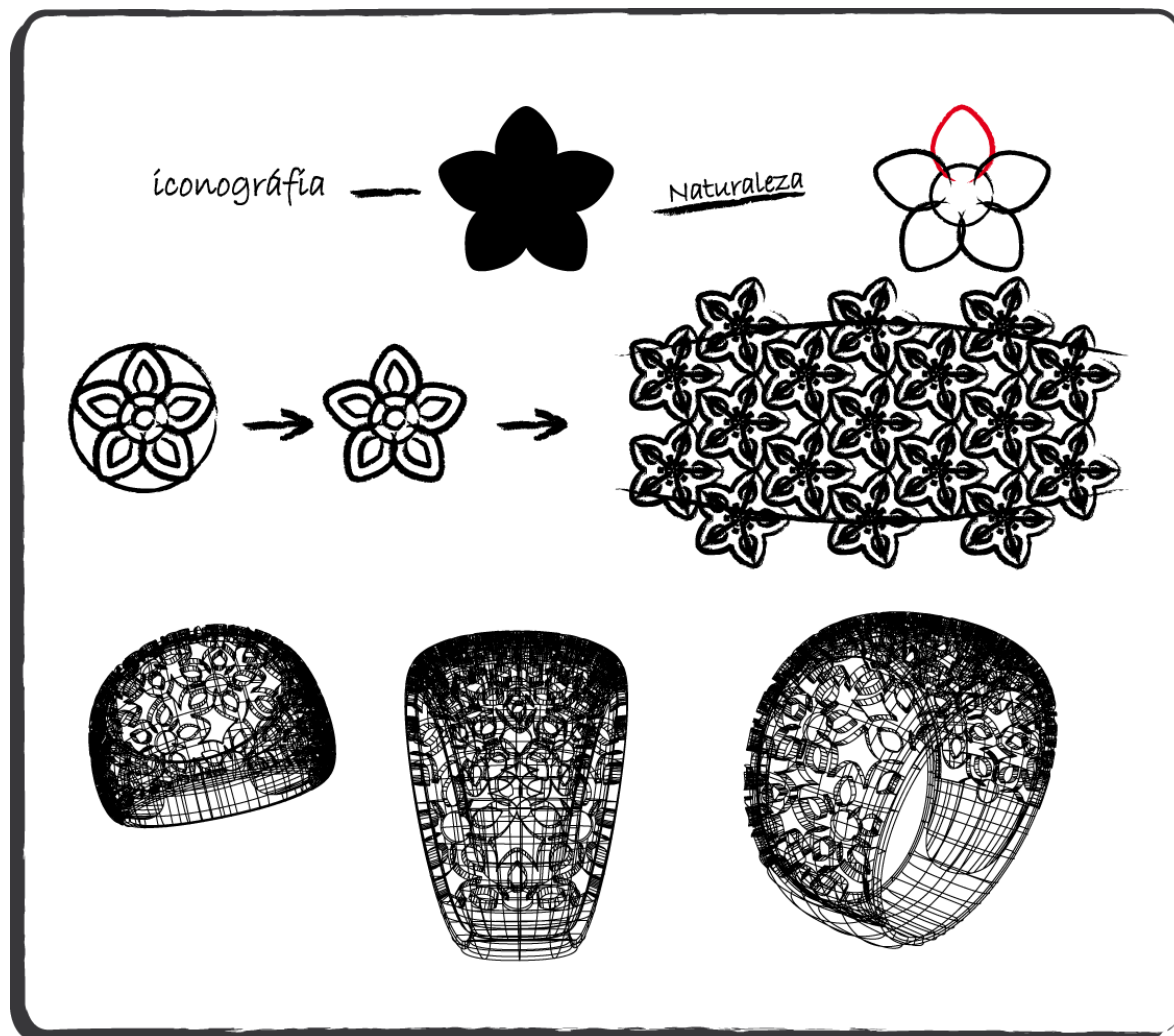
Figura 62: Alternativa N° 7.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 8

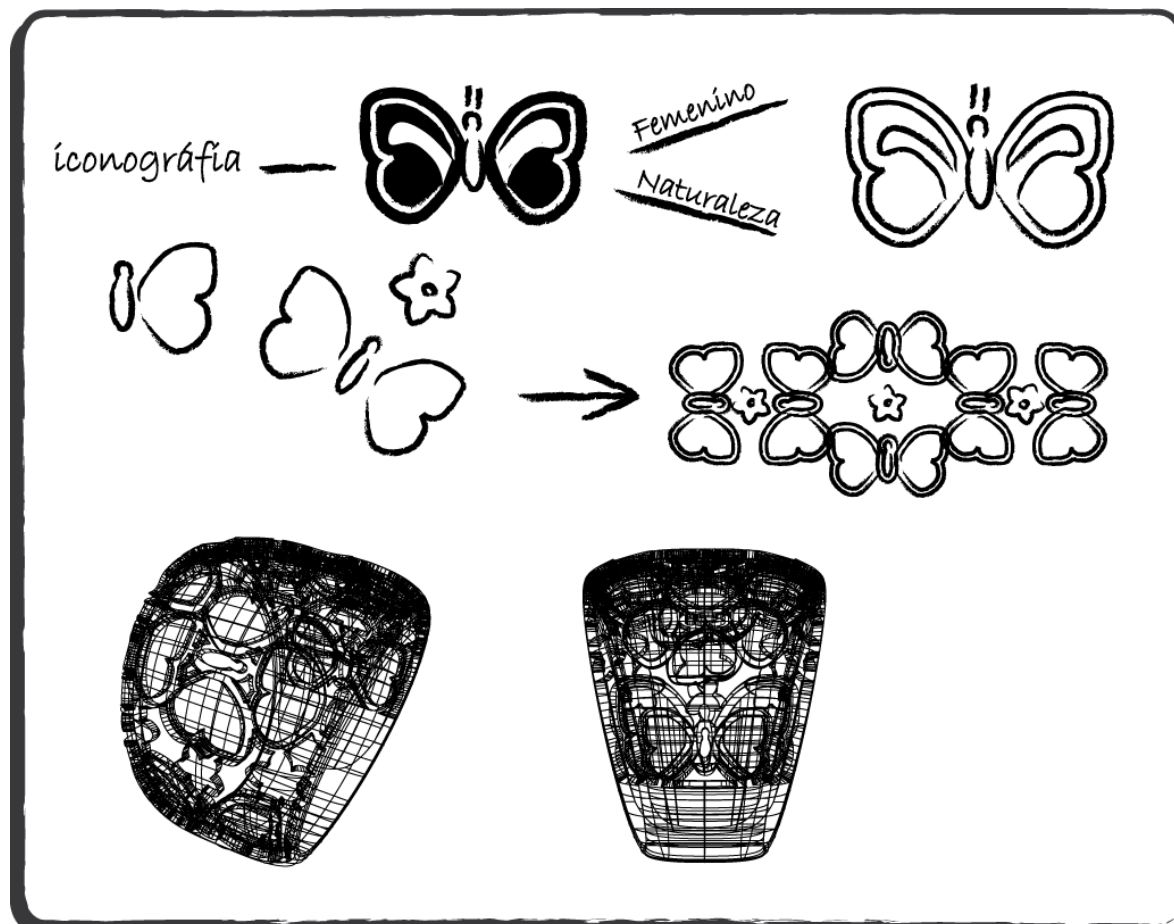
Figura 63: Alternativa N° 8.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 9

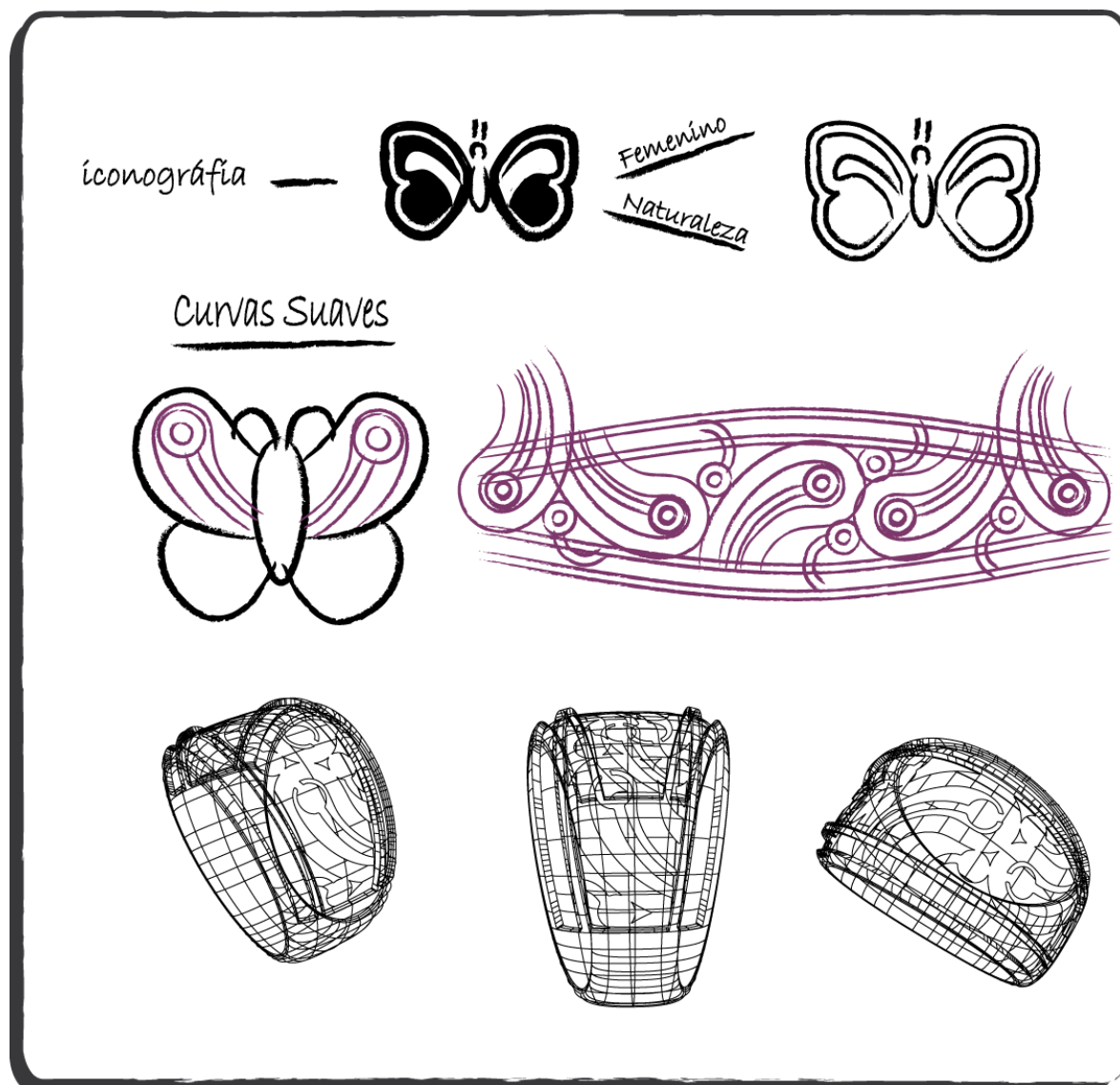
Figura 64: Alternativa N° 9.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 10

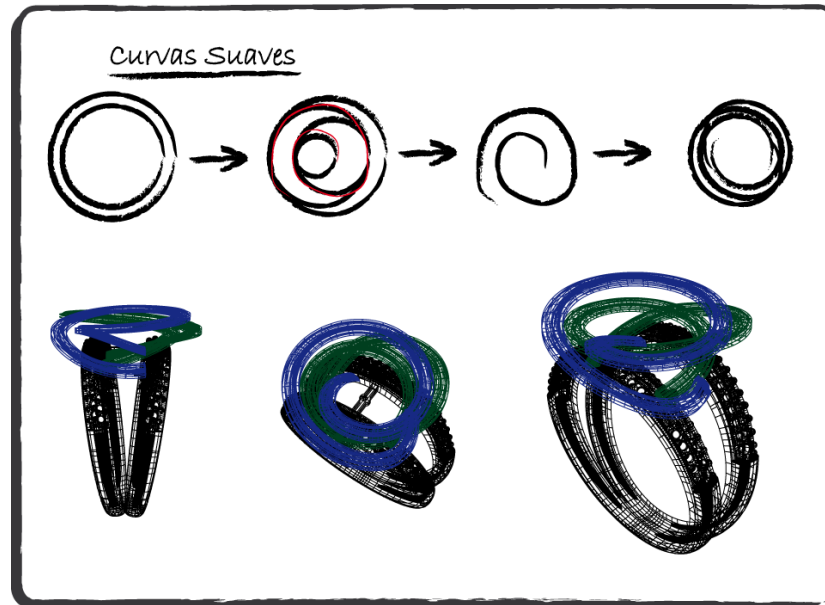
Figura 65: Alternativa N° 10.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 11

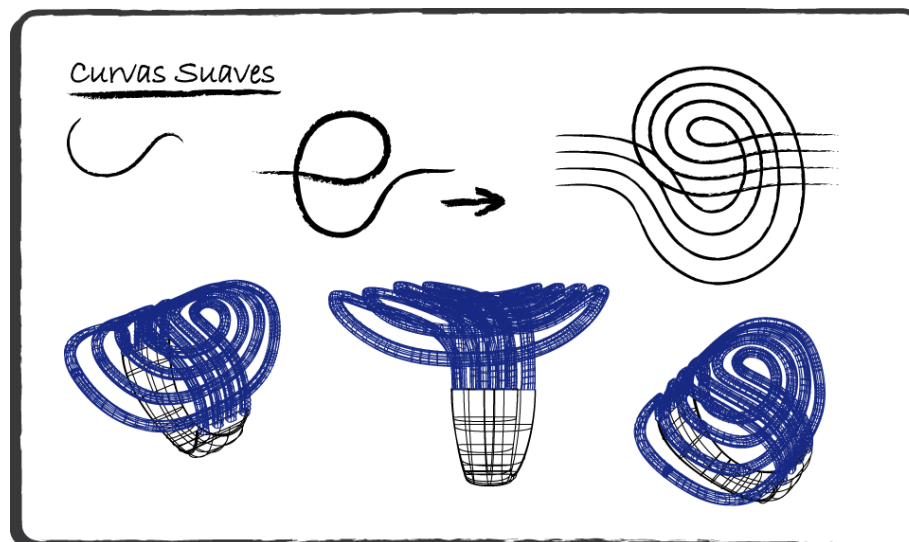
Figura 66: Alternativa N° 11.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 12

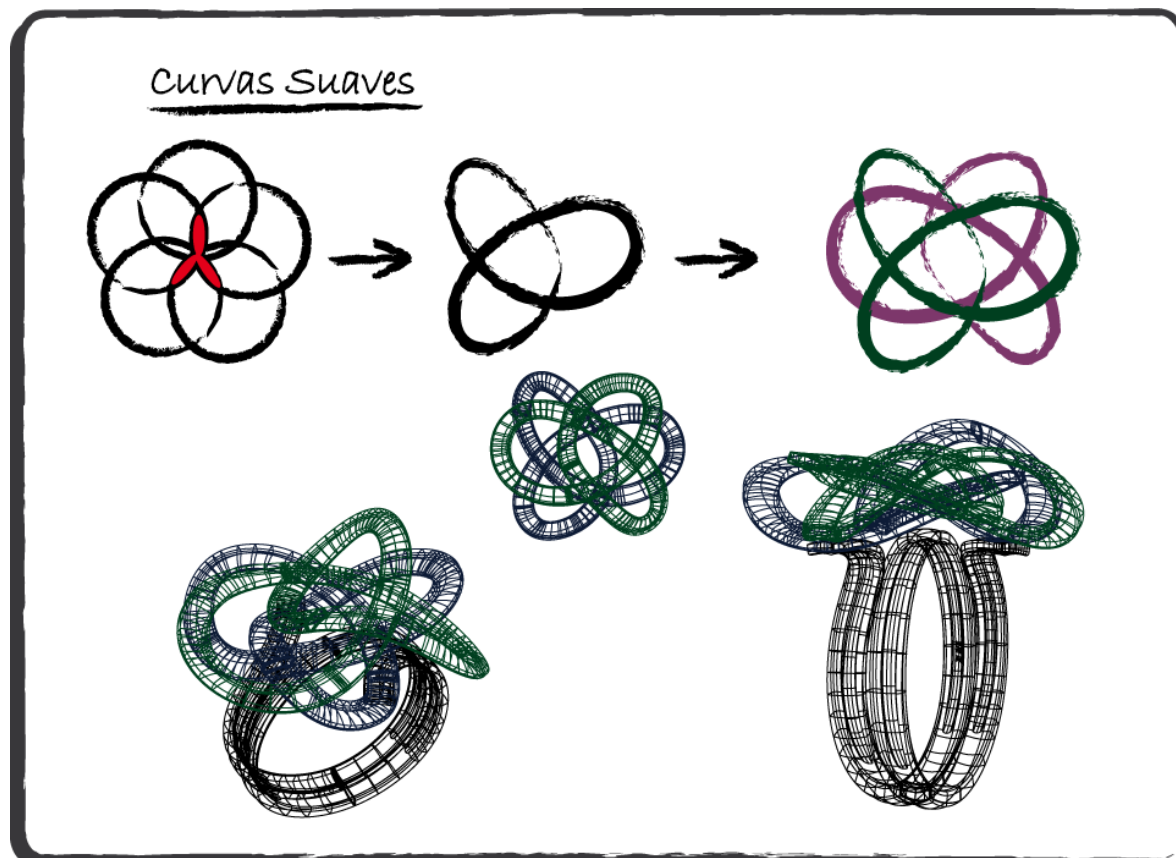
Figura 67: Alternativa N° 12.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 13

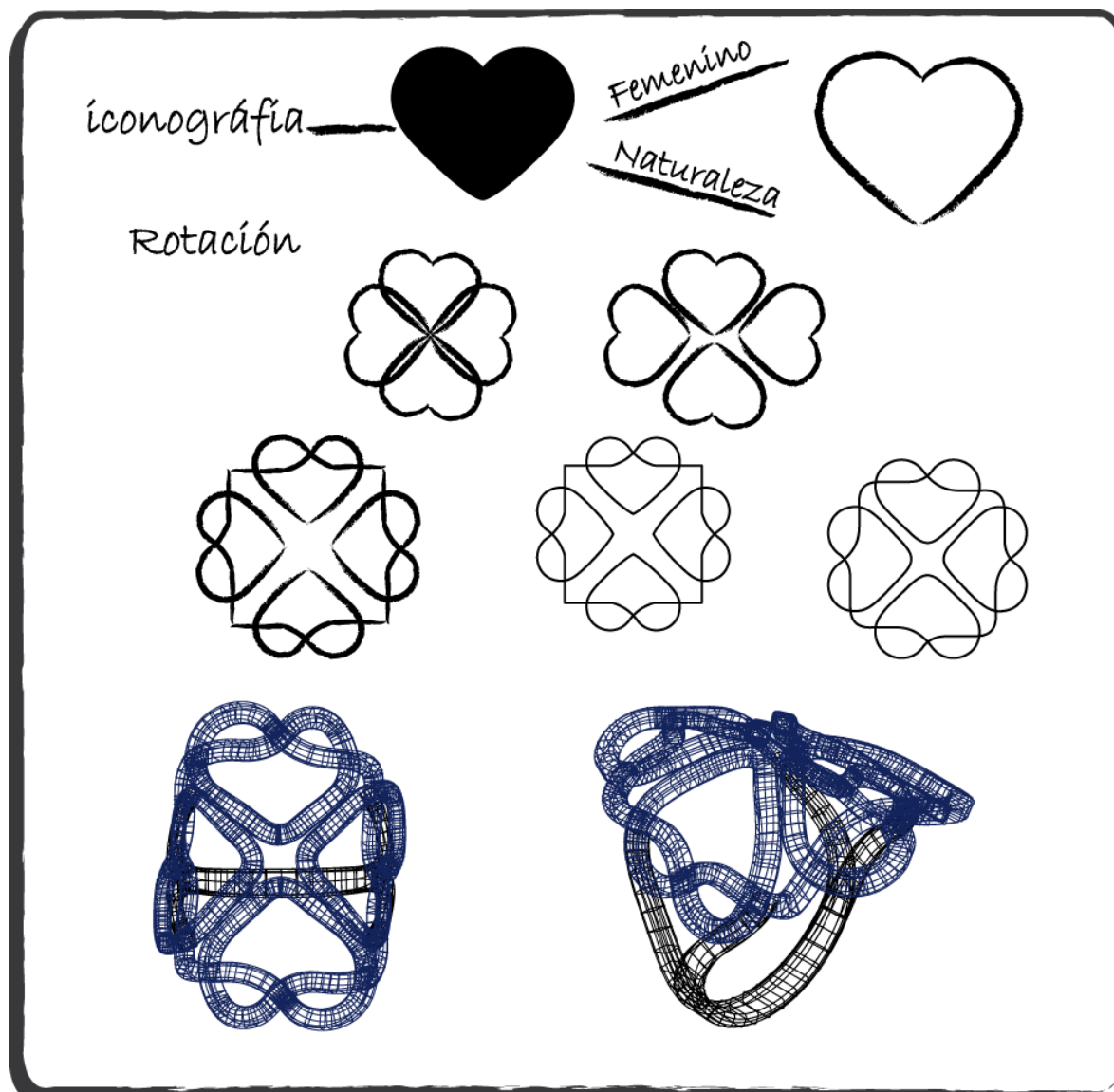
Figura 68: Alternativa N° 13.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 14

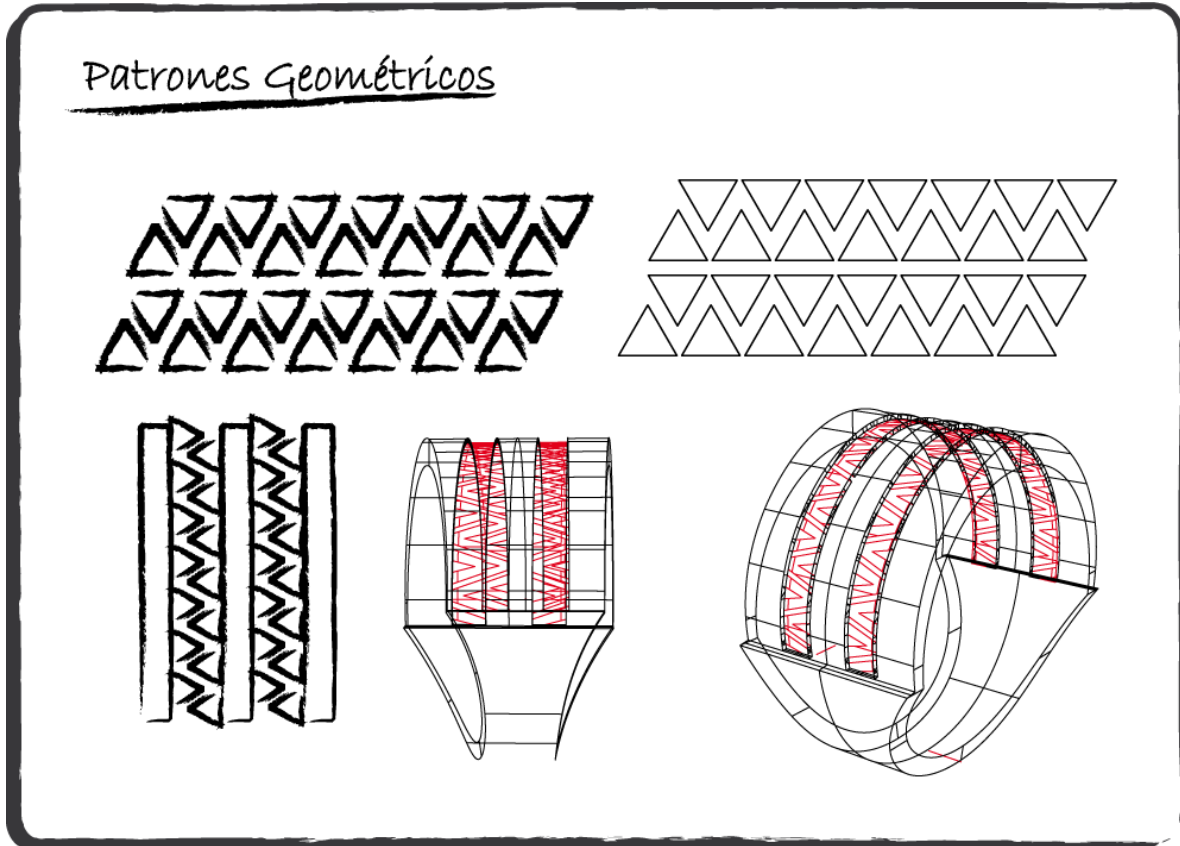
Figura 69: Alternativa N° 14.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 15

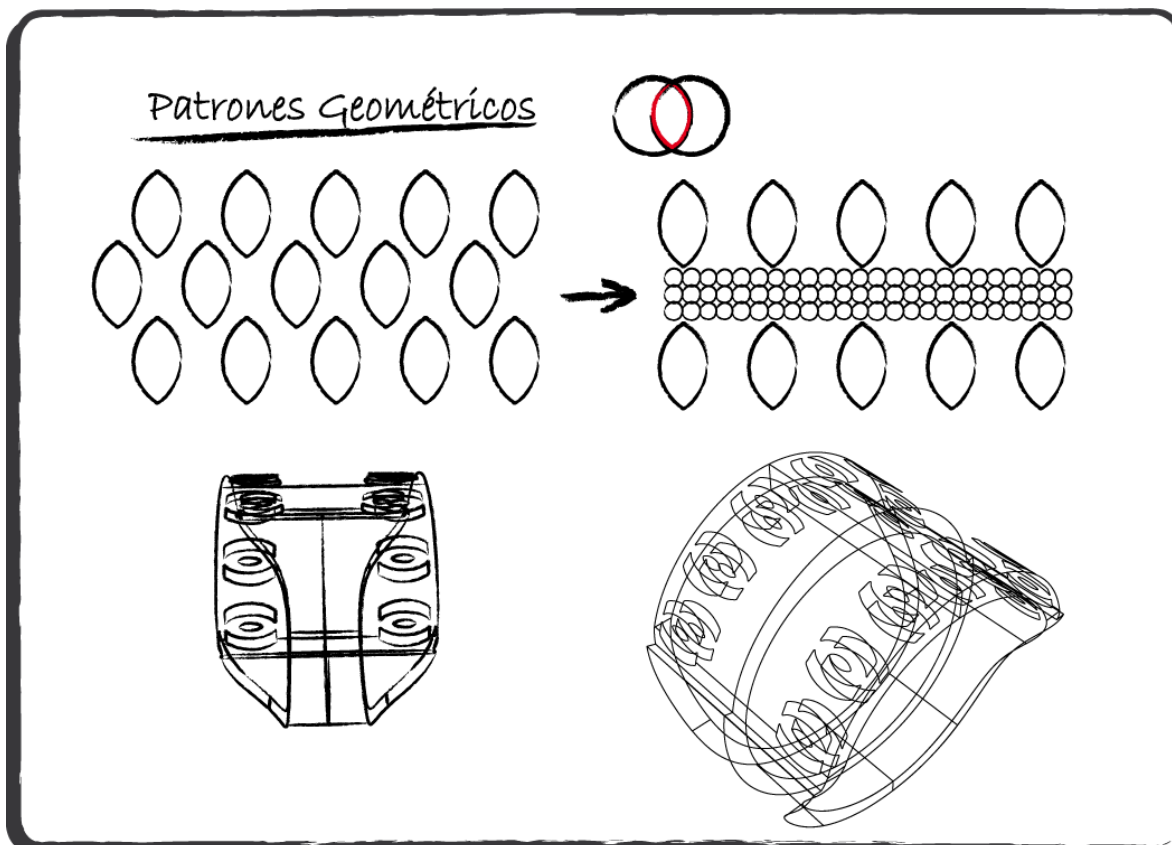
Figura 70: Alternativa N° 15.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 16

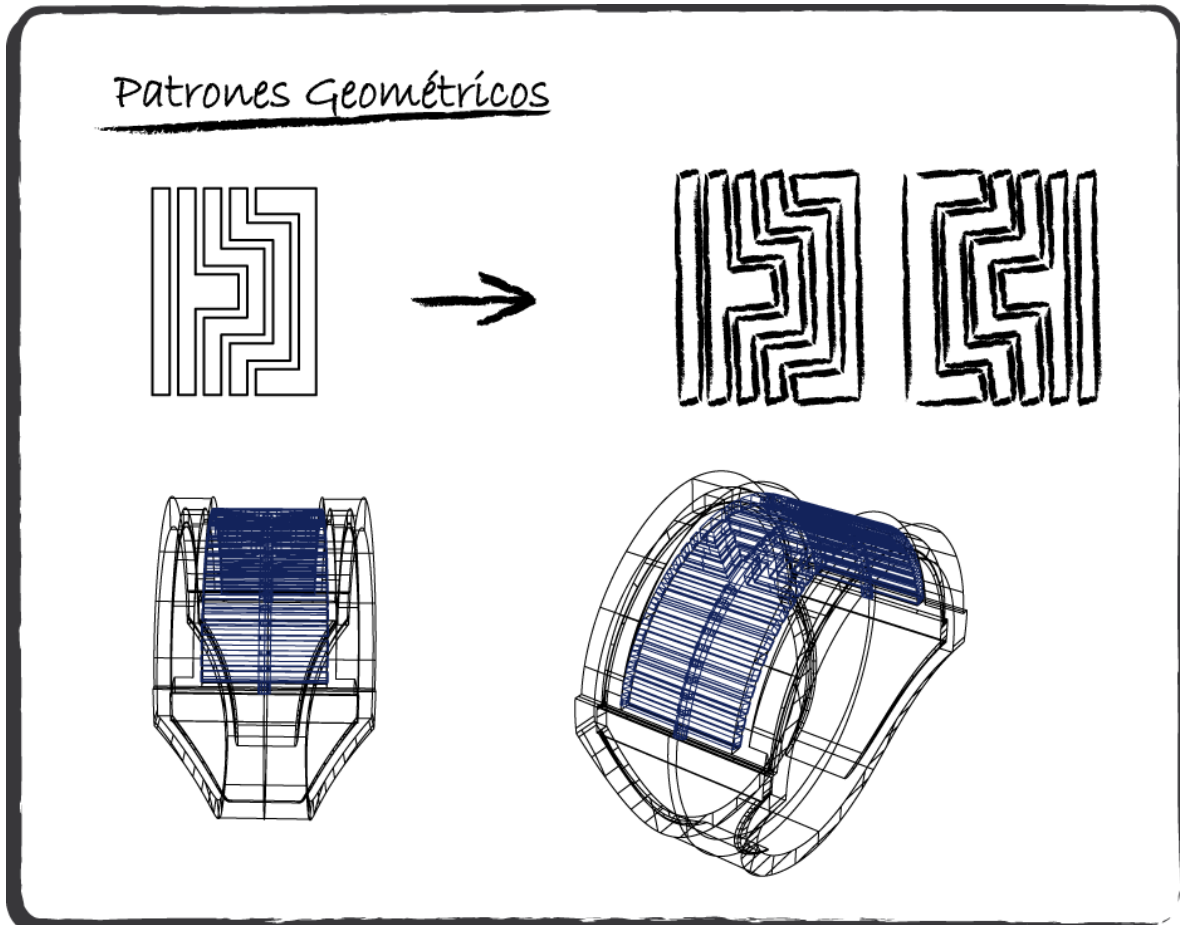
Figura 71: Alternativa N° 16.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 17

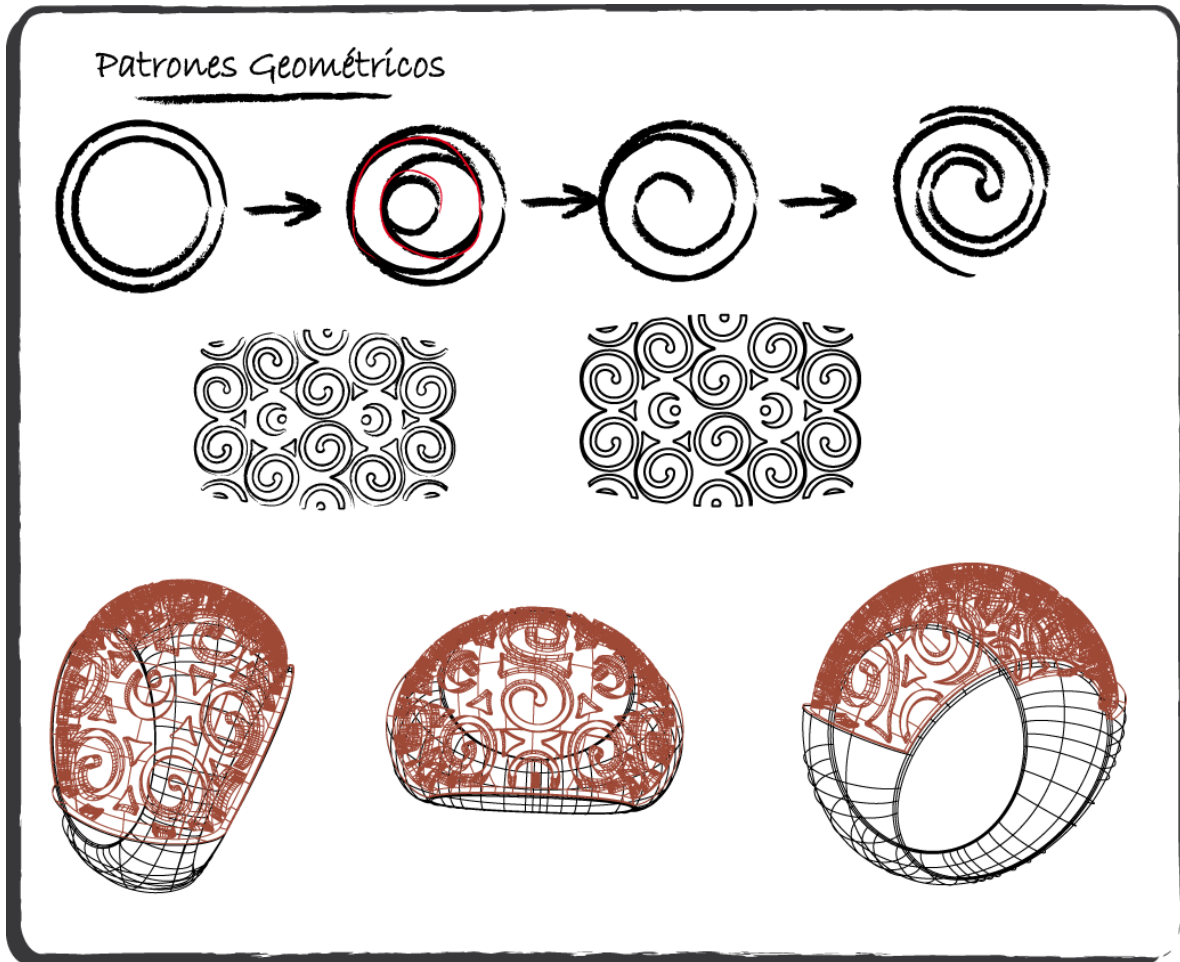
Figura 72: Alternativa N° 17.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 18

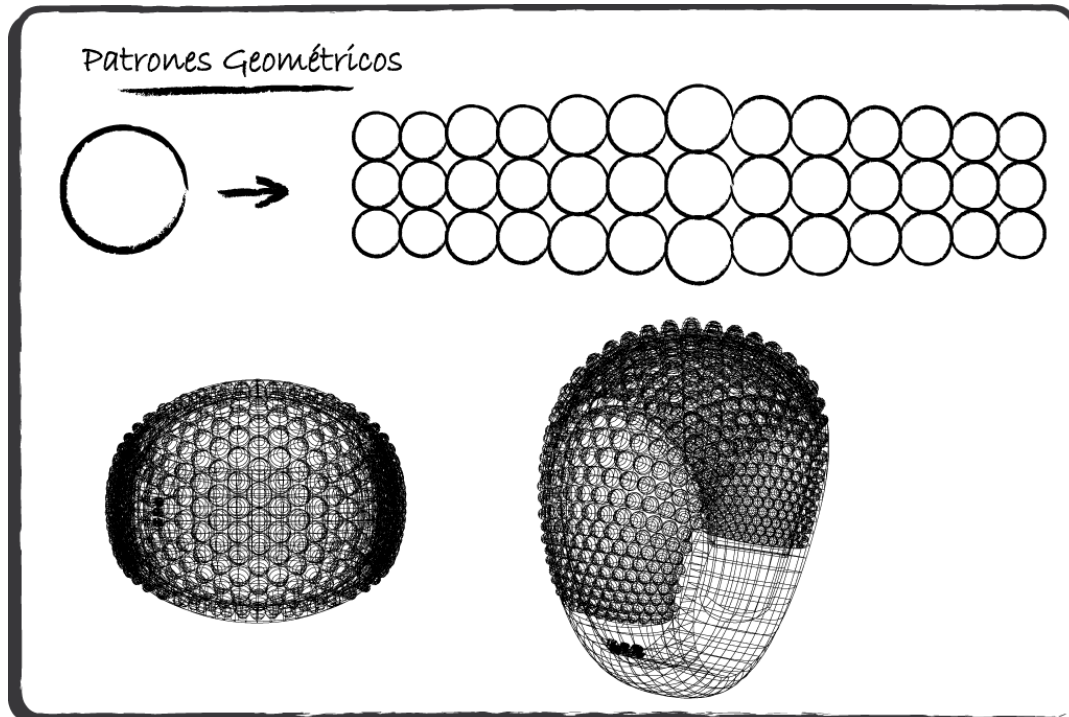
Figura 73: Alternativa N° 18.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 19

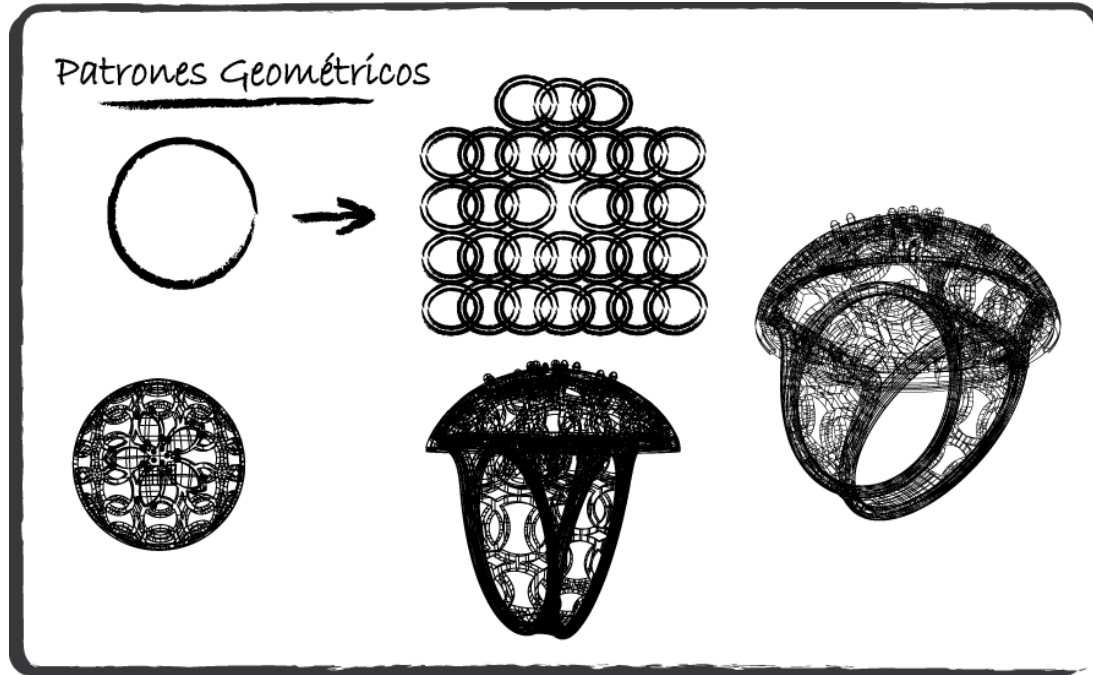
Figura 74: Alternativa N° 19.



Fuente: Autor

- Alternativa N° 20

Figura 75: Alternativa N° 20.



Fuente: Autor

7.3.4.3. Evaluación de Alternativas. La evaluación se realizó por el EMF con base en los requerimientos de diseño dándole mayor importancia a los de eco-diseño, pues el fin del proyecto es disminuir los impactos ambientales con los requerimientos planteados por la metodología PILOT. Para esto se modeló en 3D el anillo de cada alternativa en el programa Rhinoceros, donde se tienen en cuenta los requerimientos técnicos para el prototipado y posterior construcción de las piezas como el calibre, diámetro para la talla, una aproximación de su masa y el volumen de cada una de las piezas.

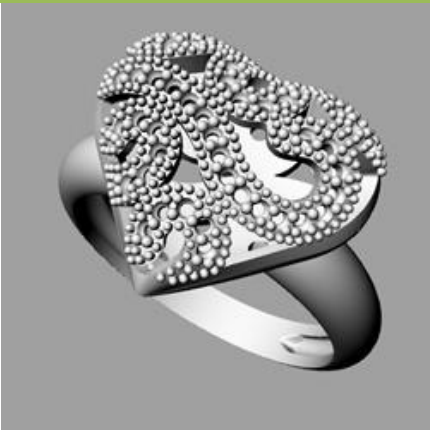
Posteriormente, se realiza un diferencial semántico donde los usuarios finales fueron los encargados de seleccionar las alternativas finales, y a estas se les diseñó y modeló el dije y los aretes que completan su respectiva familia.

Tabla 13: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 1.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
1	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	3.5	1.4	4.0	1.0	2.5	0.88	3.28

Fuente: Autor

Tabla 14: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 2.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
2	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	3.0	1.2	3.0	0.75	3.5	1.23	3.18

Fuente: Autor

Tabla 15: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 3.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
3	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	3.5	1.4	3.5	0.88	3.0	1.05	3.33

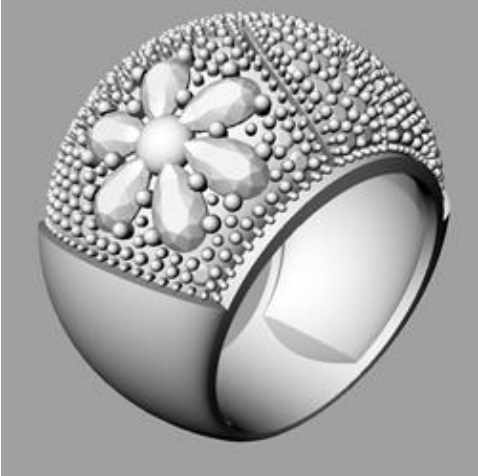
Fuente: Autor

Tabla 16: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 4.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
4	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	4.0	1.6	3.0	0.75	3.0	1.05	3.40

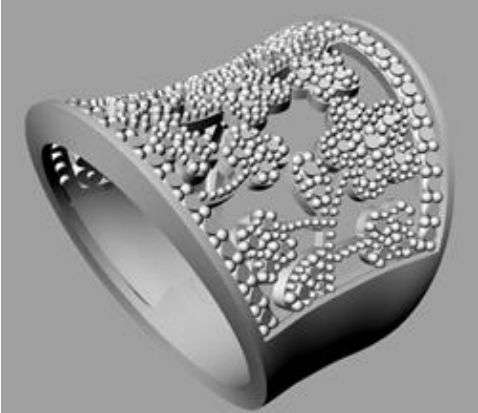
Fuente: Autor

Tabla 17: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 5.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
5	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35%	
	3.0	1.2	4.0	1.0	3.5	1.23	3.43

Fuente: Autor

Tabla 18: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 6.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
6	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	4.0	1.6	3.5	0.88	4.0	1.4	<u>3.88</u>

Fuente: Autor

Tabla 19: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 7.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
7	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	4.0	1.6	4.0	1.0	3.5	1.23	<u>3.83</u>

Fuente: Autor

Tabla 20: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 8.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
8	Nota	40%	Nota	25%	Nota	35 %	
	4.5	1.8	4.0	1.0	4.5	1.58	<u>4.38</u>

Fuente: Autor

Tabla 21: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 9.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
9	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	3.5	1.4	4.0	1.0	3.5	1.23	3.63

Fuente: Autor

Tabla 22: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 10.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
10	Nota	40%	Nota	25%	Nota	35 %	
	4.0	1.6	4.0	1.0	4.0	1.4	<u>4.0</u>

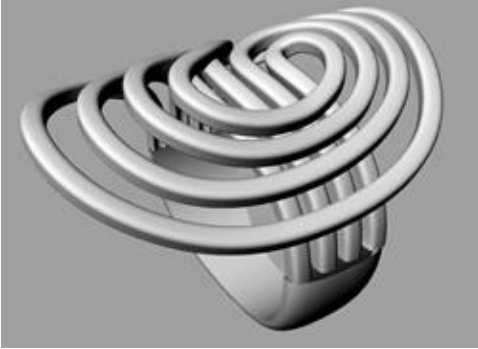
Fuente: Autor

Tabla 23: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 11.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
11	Nota	40%	Nota	25%	Nota	35 %	
	3.5	1.4	3.0	0.75	4.0	1.4	3.55

Fuente: Autor

Tabla 24: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 12.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
12	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	4.75	1.9	3.5	0.88	4.0	1.4	<u>4.18</u>

Fuente: Autor

Tabla 25: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 13.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
13	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	3.5	1.4	3.25	0.81	4.0	1.4	3.61

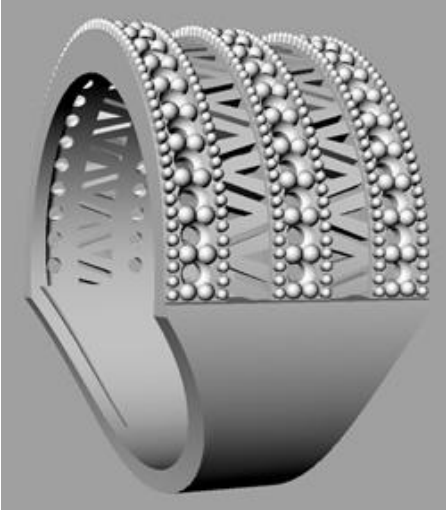
Fuente: Autor

Tabla 26: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 14.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
14	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	4.5	1.8	3.5	0.88	3.5	1.23	<u>3.91</u>

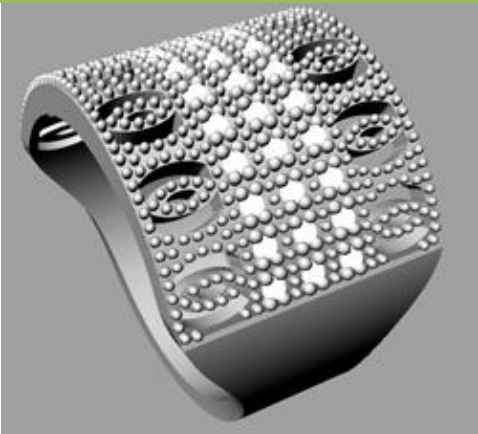
Fuente: Autor

Tabla 27: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 15.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
15	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	3.5	1.4	4.0	1.0	4.0	1.4	3.8

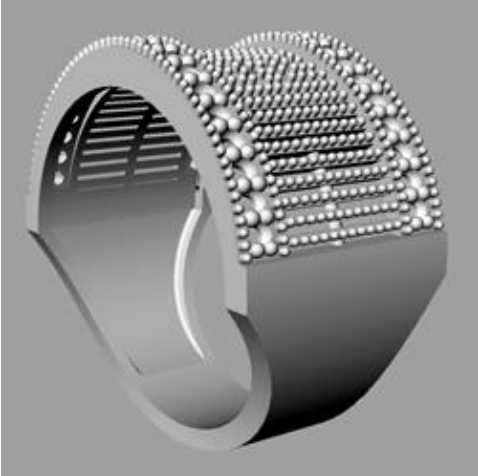
Fuente: Autor

Tabla 28: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 16.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
16	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	3.25	1.3	4.0	1.0	3.5	1.23	3.53

Fuente: Autor

Tabla 29: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 17.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
17	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	3.75	1.5	4.0	1.0	4.5	1.58	<u>4.08</u>

Fuente: Autor

Tabla 30: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 18.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
18	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	3.5	1.4	4.0	1.0	4.0	1.4	3.8

Fuente: Autor

Tabla 31: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 19.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
19	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	4.5	1.8	4.5	1.13	3.5	1.23	<u>4.16</u>

Fuente: Autor

Tabla 32: Evaluación de Requerimientos Alternativa N° 20.

ALTERNATIVA N°	REQ. DE ECODISEÑO		REQ. TECNICOS		REQ. FORMALES		TOTAL
20	Nota	40%	Nota	25 %	Nota	35 %	
	4.5	1.8	3.75	0.94	3.5	1.23	<u>3.97</u>

Fuente: Autor

Después de realizarse la evaluación de los requerimientos se seleccionaron las 9 alternativas con calificación más alta.

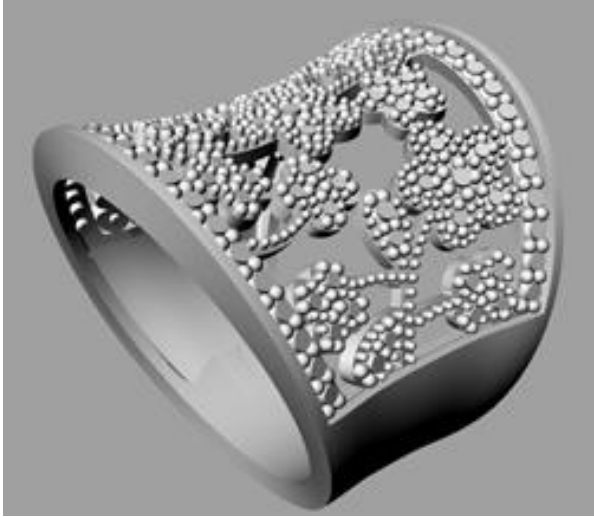
Tabla 33: Evaluación de Requerimientos de Alternativas.

Alternativa N°	6	7	8	10	12	14	17	19	20
Evaluación Req.	3,88	3,83	<u>4,38</u>	4,0	<u>4,18</u>	3,91	4,08	<u>4,16</u>	3,97

Fuente: Autor

7.3.4.4. Evaluación de Modelos por los Usuarios. Se realiza una evaluación con diferencial semántico a 30 usuarios, y así seleccionar los modelos finales, a los cuales se les diseña los aretes y dijes para de esta forma completar la familia de piezas. Esta evaluación se efectúa directamente con el usuario enseñándole las alternativas en el software rhinoceros para que así pueda comprender y evaluar mejor cada una de las piezas.

Tabla 34: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 6.

		3	2	1	0	-1	-2	-3	
	Femenino	13	9	6					Masculino
	Elegante	7	19	2					Ordinario
	Naturaleza	16	6	6					Artificial
	Agradable	7	13	5		2		1	Desagradable
	Ligero		2	10	1	8	6	1	Pesado
	Sencillo	3	4	2	1	17	1		Complejo
	Nota	138	106	31		-27	-14	-6	
Alternativa N° 6	Total	228							

Fuente: Autor

Tabla 35: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 7.

	3	2	1	0	-1	-2	-3	
	Femenino	13	9	6				Masculino
	Elegante	1	9	16	1	1		Ordinario
	Naturaleza	9	11	8				Artificial
	Agradable	5	6	12		1	4	Desagradable
	Ligero		7	12		6	3	Pesado
	Sencillo		8	12		8		Complejo
	Nota	84	100	66		-16	-14	
Alternativa N° 7	Total	220						

Fuente: Autor

Tabla 36: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 8.

	3	2	1	0	-1	-2	-3	
								
Femenino	19	6	3					Masculino
Elegante	5	17	3		3			Ordinario
Naturaleza	19	2	3		1	3		Artificial
Agradable	17	3	4		4			Desagradable
Ligero	3	12	9	1	3			Pesado
Sencillo	16	10	2					Complejo
Nota	237	100	24		-11	-6		
Alternativa N° 8	Total	<u>344</u>						

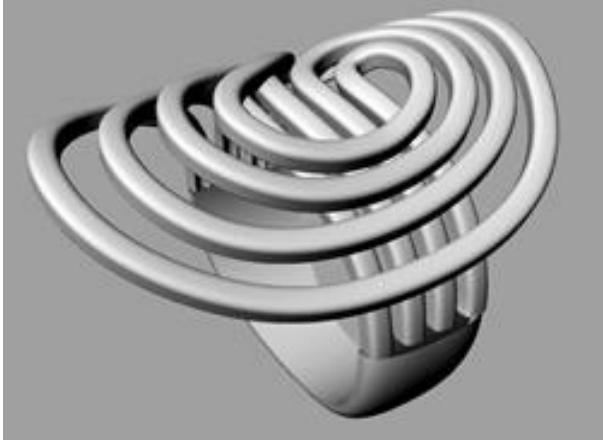
Fuente: Autor

Tabla 37: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 10.

	3	2	1	0	-1	-2	-3	
	Femenino	17	11					Masculino
	Elegante	15	8	5				Ordinario
	Naturaleza	1	7	12	1	4	3	Artificial
	Agradable	15	9	4				Desagradable
	Ligero	3	7	14		1	3	Pesado
	Sencillo	3	3	8	1	7	3	Complejo
	Nota	162	90	43		-12	-18	-9
Alternativa N° 10	Total	<u>256</u>						

Fuente: Autor

Tabla 38: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 12.

		3	2	1	0	-1	-2	-3	
	Femenino	5	5	15		2	1		Masculino
	Elegante	2	9	9	1	6	1		Ordinario
	Naturaleza		2	13		7	5	1	Artificial
	Agradable	3	9	7		7	2		Desagradable
	Ligero	9	12	7					Pesado
	Sencillo	10	7	6		3	2		Complejo
	Nota	87	88	57		-25	-22	-3	
Alternativa N° 12	Total	182							

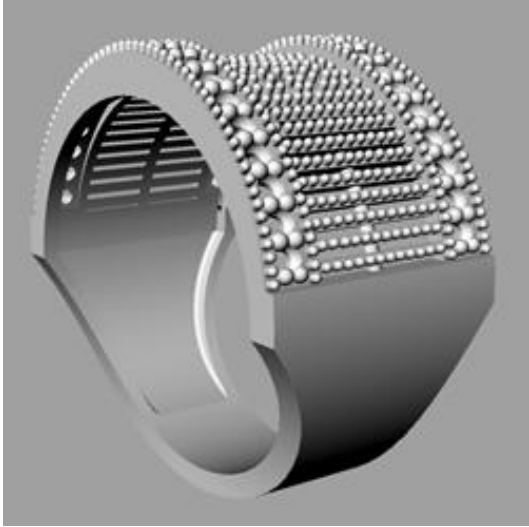
Fuente: Autor

Tabla 39: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 14.

		3	2	1	0	-1	-2	-3	
	Femenino	17	10	1					Masculino
	Elegante	3	9	9	1	4	2		Ordinario
	Naturaleza	1	7	6		11	3		Artificial
	Agradable	5	8	8		4	2	1	Desagradable
	Ligero	10	6	5		5	2		Pesado
	Sencillo	11	6	4		3	3	1	Complejo
	Nota	141	92	33		-27	-24	-6	
Alternativa N° 14	Total	206							

Fuente: Autor

Tabla 40: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 17.

		3	2	1	0	-1	-2	-3	
	Femenino	6	10	9		3			Masculino
	Elegante	15	11	2					Ordinario
	Naturaleza	2	6	4	1	8	6	1	Artificial
	Agradable	10	13	4		1			Desagradable
	Ligero	3	13	6		1	3	2	Pesado
	Sencillo	1	13	13		1			Complejo
	Nota	111	132	38		-14	-18	-9	
Alternativa N° 17	Total	<u>240</u>							

Fuente: Autor

Tabla 41: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 19.

		3	2	1	0	-1	-2	-3	
	Femenino	1	7	12		6	2		Masculino
	Elegante	8	4	12		4			Ordinario
	Naturaleza	4	6	13		2	2	1	Artificial
	Agradable	1	9	7		4	5	2	Desagradable
	Ligero		8	3		13	2	1	Pesado
	Sencillo	2	5	12		3	4	2	Complejo
	Nota	48	78	59		-32	-30	-18	
Alternativa N° 19	Total	105							

Fuente: Autor

Tabla 42: Evaluación Diferencial Semántico Alternativa N° 20.

		3	2	1	0	-1	-2	-3	
	Femenino	3	7	5		12	1		Masculino
	Elegante	4	8	8		8			Ordinario
	Naturaleza		2	8		12	5	1	Artificial
	Agradable	7	6	7		3	5		Desagradable
	Ligero	4	8	10	1	1	4		Pesado
	Sencillo	4	8	4	1	3	8		Complejo
	Nota	66	78	42		-39	-46	-3	
Alternativa N° 20	Total	98							

Fuente: Autor

El diferencial semántico arroja resultados obtenidos por la sumatoria de todos los usuarios a quienes se les realizó la prueba, para obtener el promedio se divide el resultado del diferencial por el número total de usuario; logrando una calificación para cada alternativa que se muestra en la tabla 43:

Tabla 43: Valor Promediado en Diferencial Semántico para Alternativas

Alternativa N°	6	7	8	10	12	14	17	19	20
Promedio D.S.	8,14	7,86	<u>12,3</u>	<u>9,14</u>	6,50	7,46	<u>8,57</u>	3,75	3,50

Fuente: Autor

7.4. EVALUACIÓN Y EJECUCIÓN DE DECISIONES DE DISEÑO

Es la etapa final de la metodología de eco-diseño PILOT, acá se evalúan y ejecutan las decisiones de diseño para obtener como resultado un Sistema de Producto que genera una reducción en el impacto ambiental.

7.4.1. Establecer Soluciones con Estrategias y Medidas

Para identificar las alternativas que serán utilizadas como soluciones finales, se suma los resultados obtenidos en la evaluación de requerimientos y el promedio del diferencial semántico (Ver Tabla 44). Las alternativas 8, 10 y 17 obtuvieron el mayor puntaje respectivamente, estableciéndolas como las soluciones finales.

Tabla 44: Selección de Alternativas Finales

Alternativa N°	6	7	8	10	12	14	17	19	20
Evaluación Req.	3,88	3,83	4,38	4,0	4,18	3,91	4,08	4,16	3,97
Promedio D.S.	8,14	7,86	12,3	9,14	6,50	7,46	8,57	3,75	3,50
Total	12,0	11,7	<u>16,8</u>	<u>13,1</u>	10,7	11,4	<u>12,7</u>	8,08	7,47

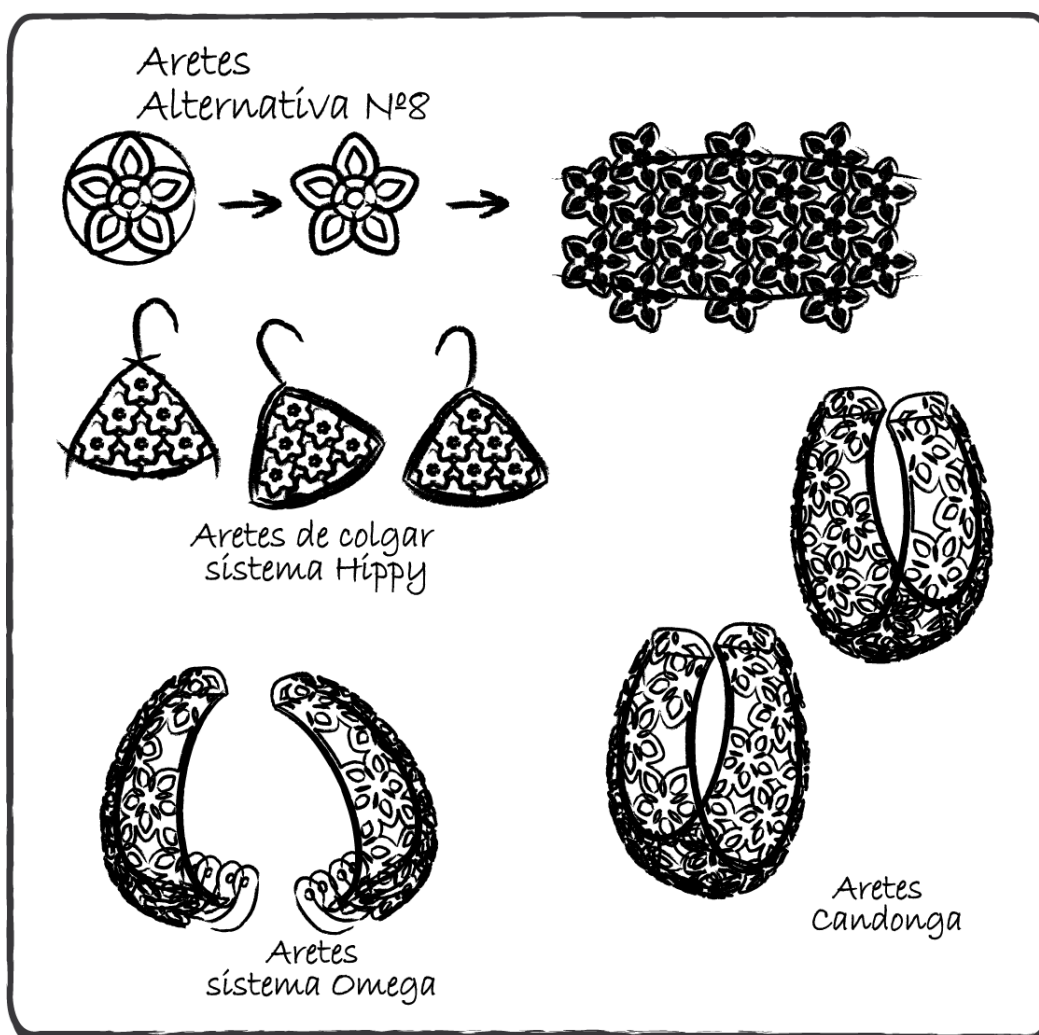
Fuente: Autor

7.4.2. Ejecutar Decisiones de Diseño

De la tabla 44 se identifico las alternativas finales: alternativas 8 y 10. Luego de identificarlas se realizan los diseños de las piezas (aretes y dijes) para completar el juego de familias y se procede a la producción.

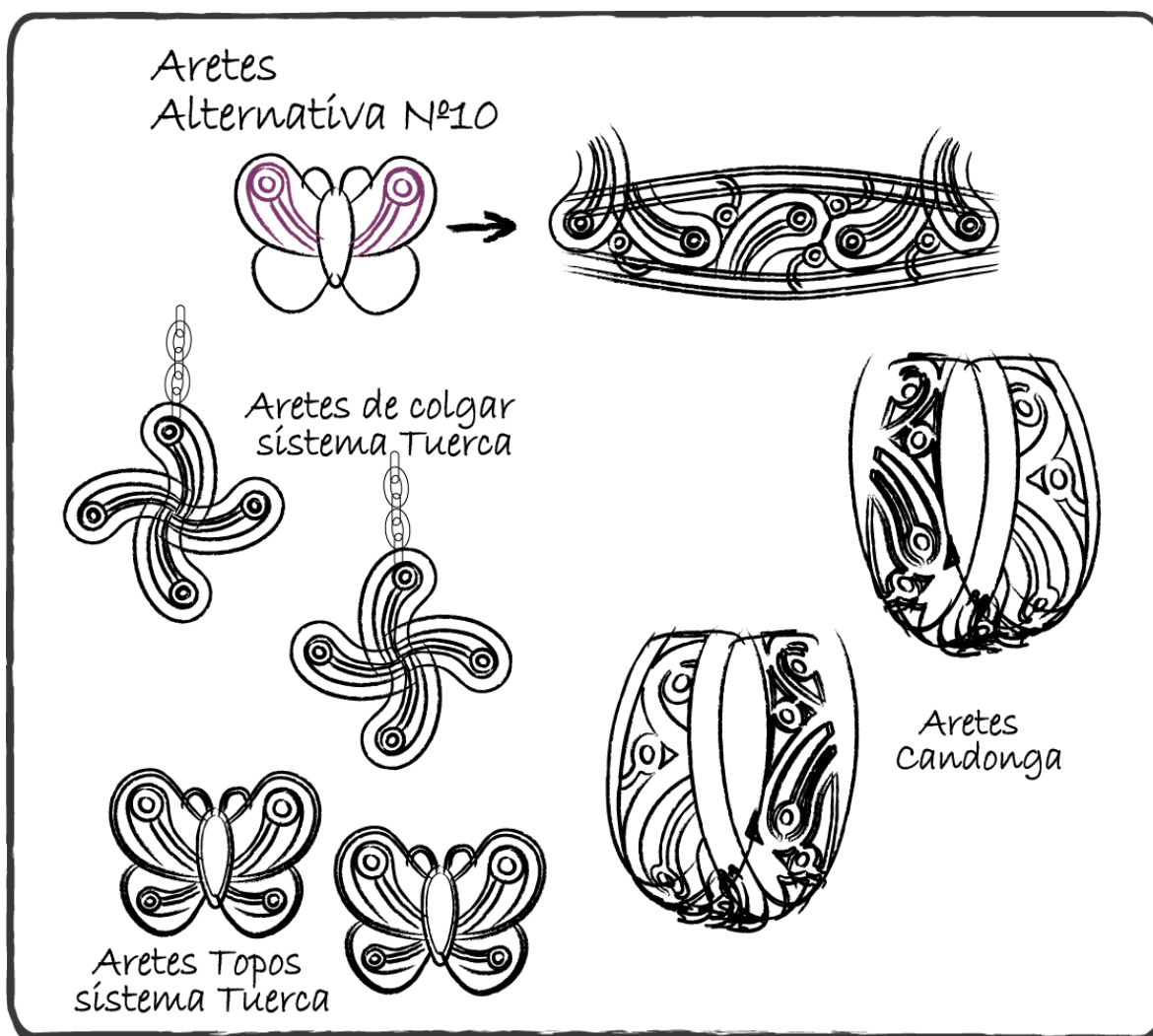
7.4.2.1. Diseños Aretes y Dijes para Alternativas Finales

Figura 76: Propuestas Aretes para Alternativa N° 8.



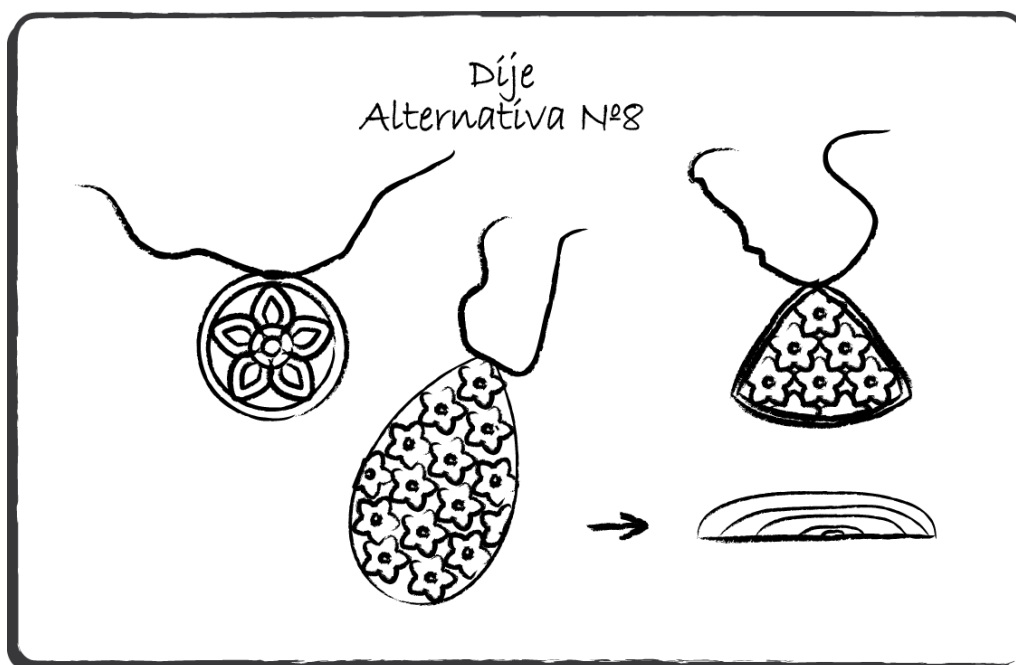
Fuente: Autor

Figura 77: Propuestas Aretes para Alternativa N° 10.



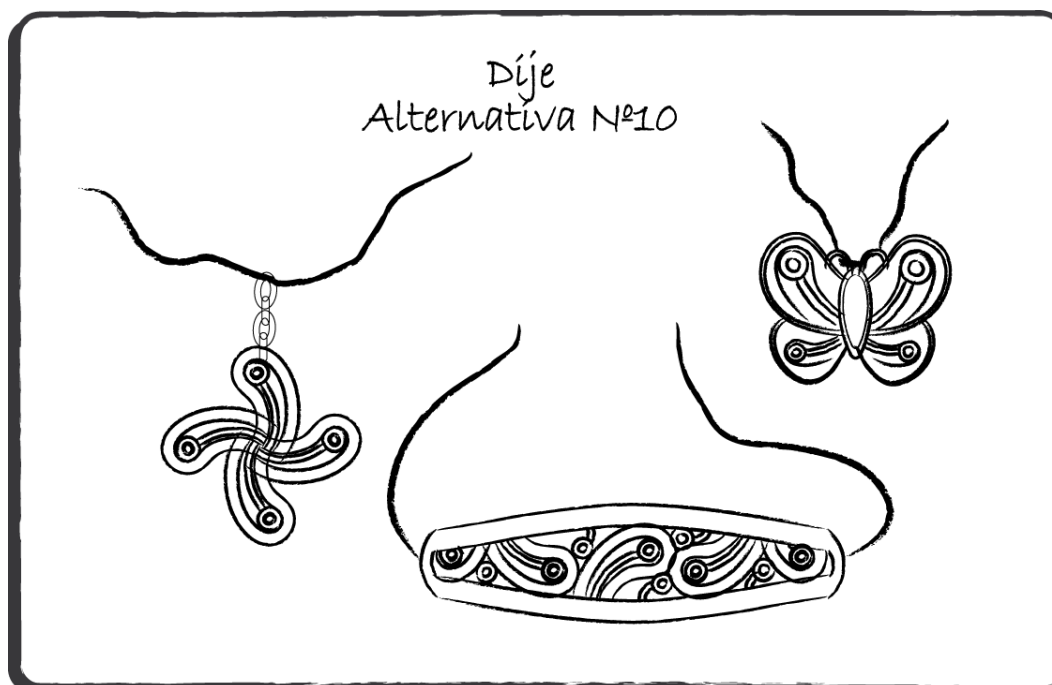
Fuente: Autor

Figura 78: Propuestas Dijes para Alternativa N° 8.



Fuente: Autor

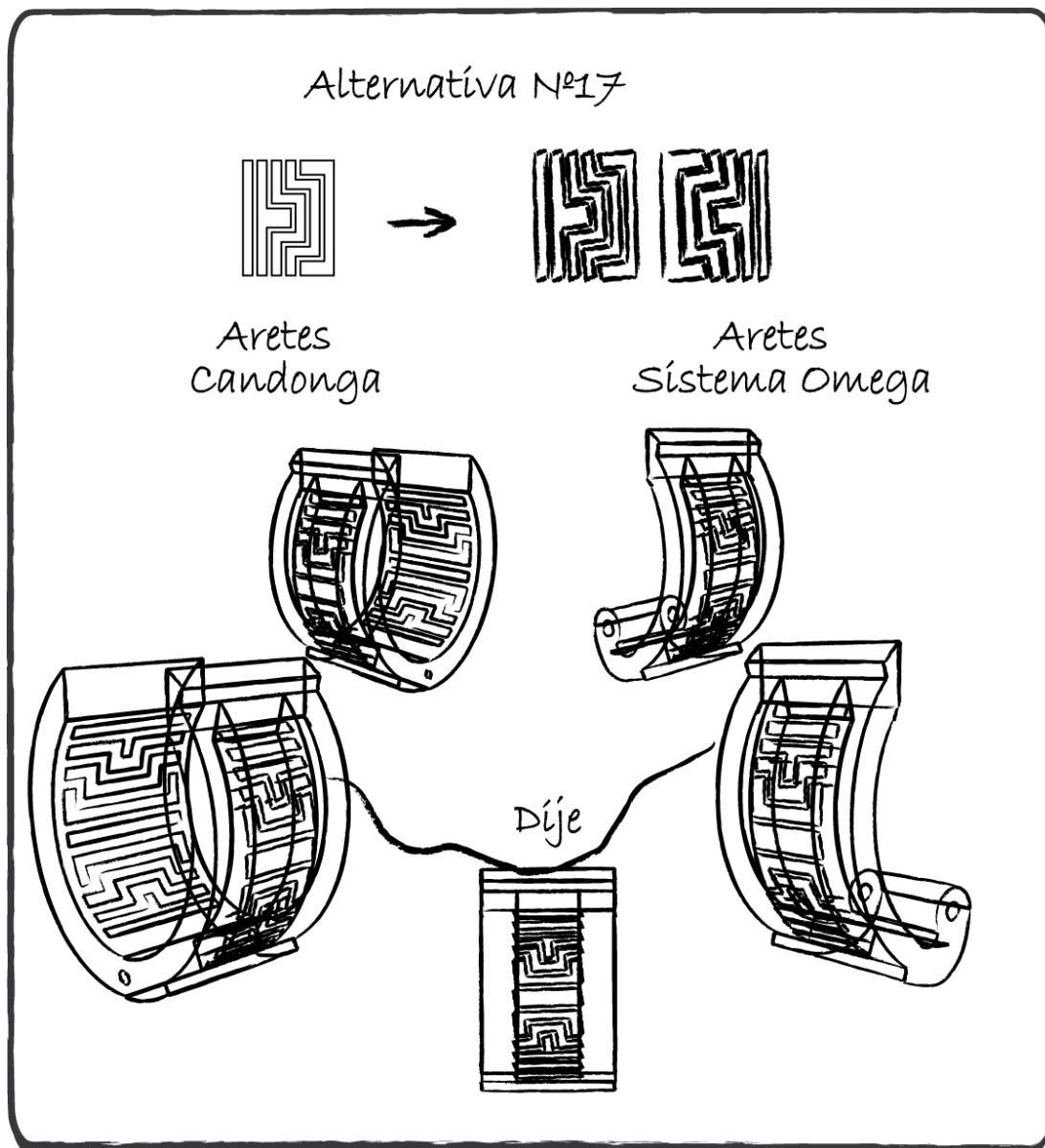
Figura 79: Propuestas Dijes para Alternativa N° 10.



Fuente: Autor

Tal como se estipulo en los alcances del proyecto se diseñaron seis (6) piezas de joyería, sin embargo, debido al trabajo realizado en el desarrollo de este, y por decisión del equipo multifuncional, se adiciona una alternativa más, siendo la alternativa 17 la tercera en el en el orden de calificación.

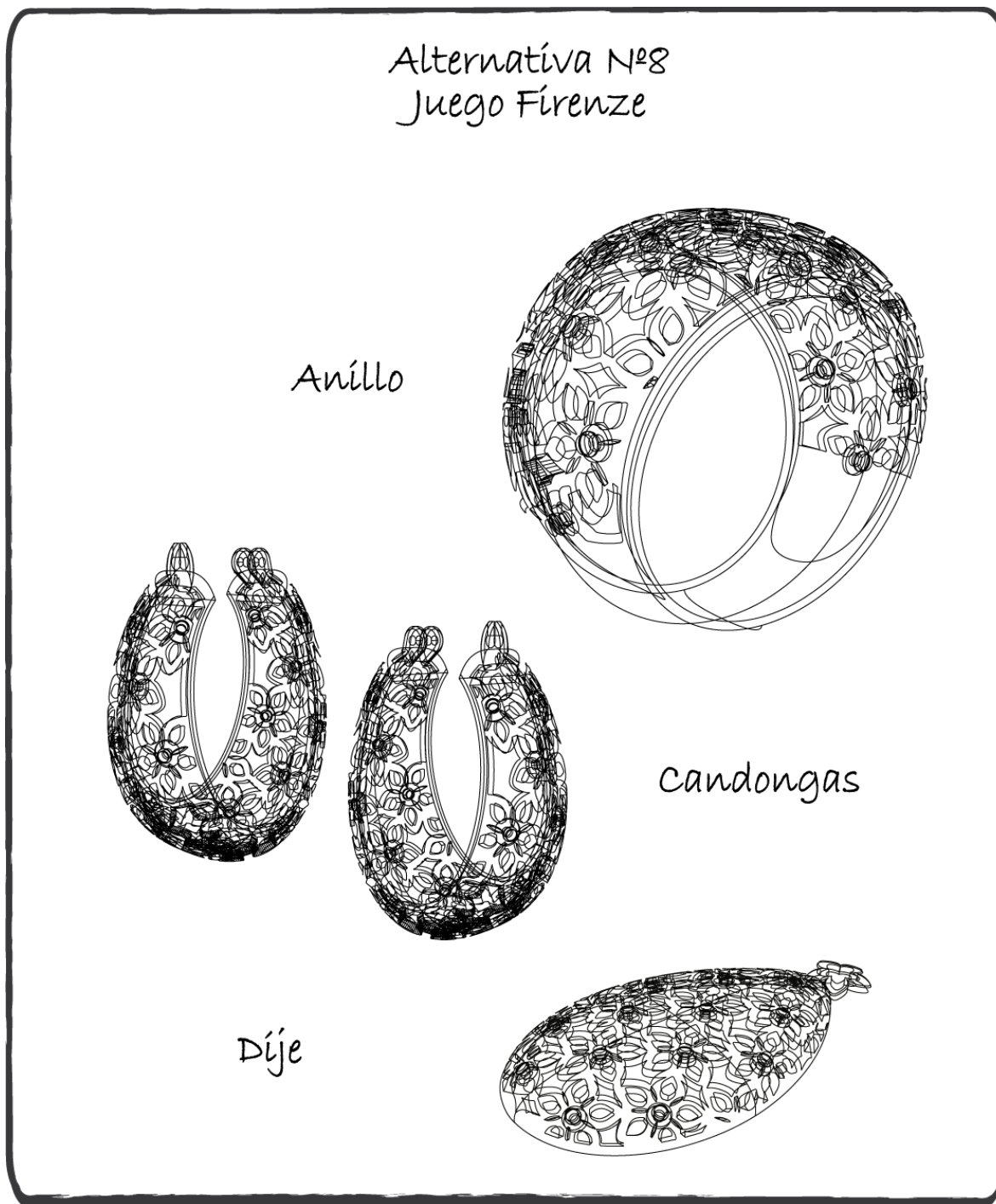
Figura 80: Propuestas Aretes y Dije para Alternativa N° 17.



Fuente: Autor

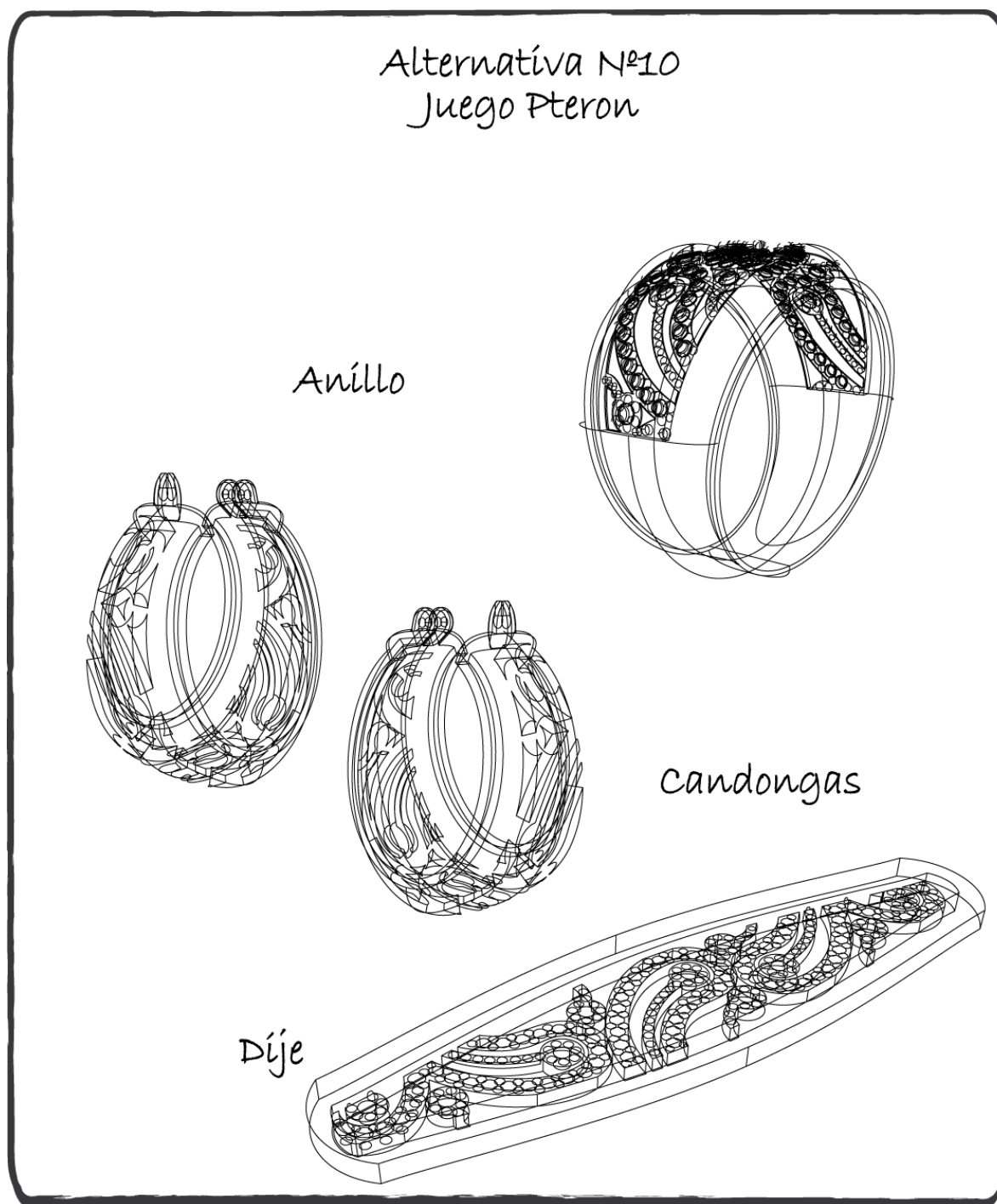
7.4.2.2. Alternativas Finales

Figura 81: Alternativas Finales Juego Firenze.



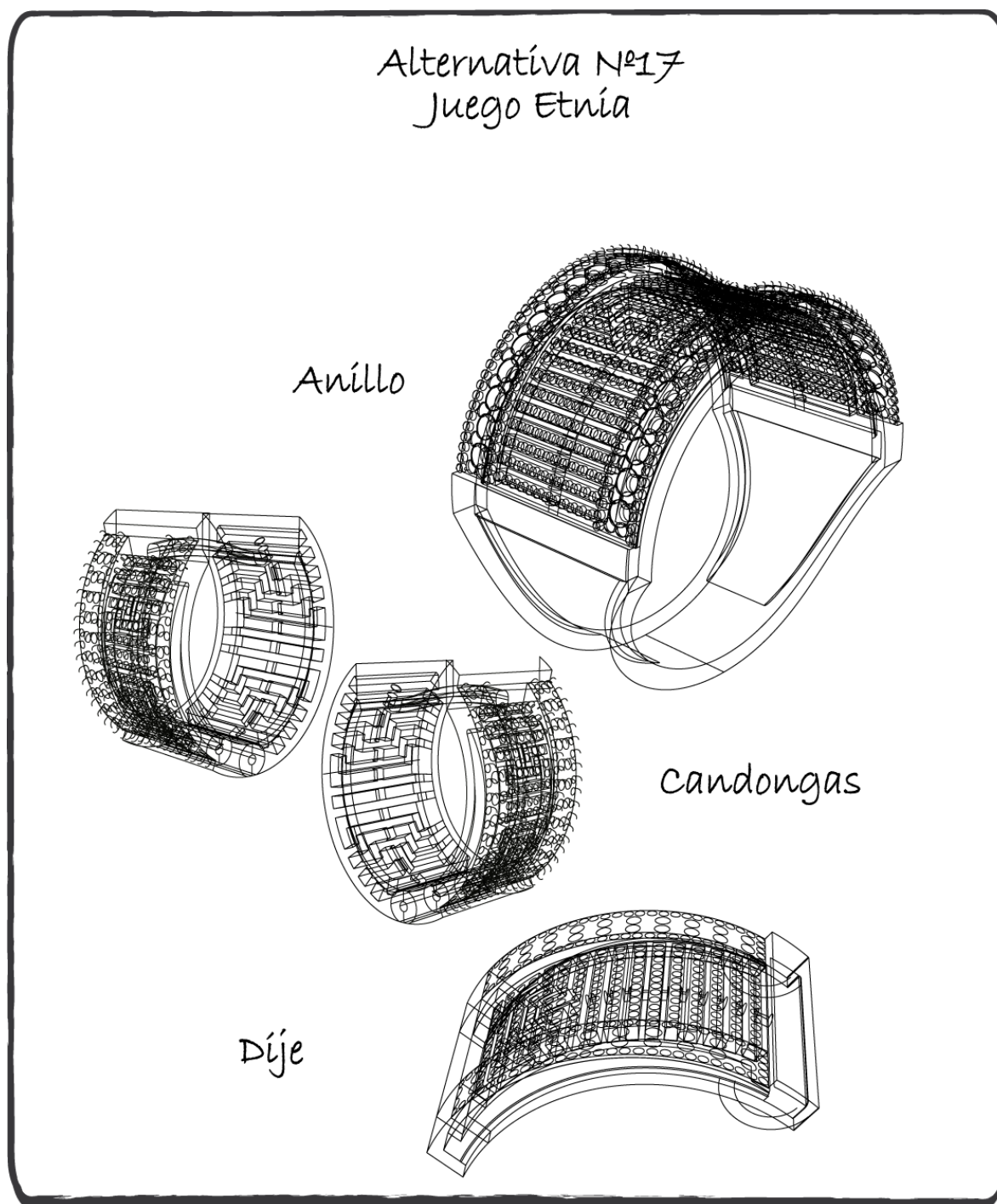
Fuente: Autor

Figura 82: Alternativas Finales Juego Pteron.



Fuente: Autor

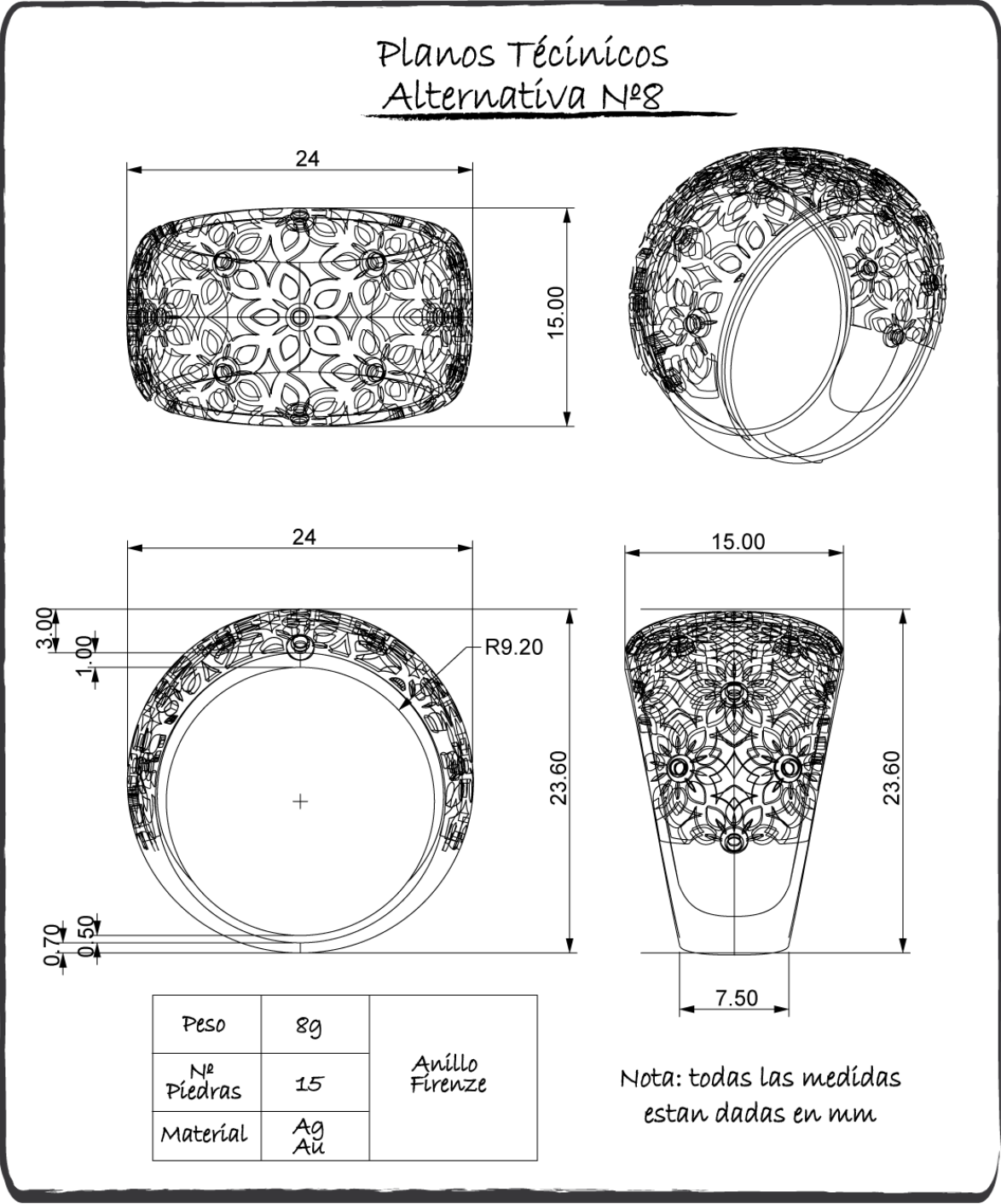
Figura 83: Alternativas Finales Juego Etnia.



Fuente: Autor

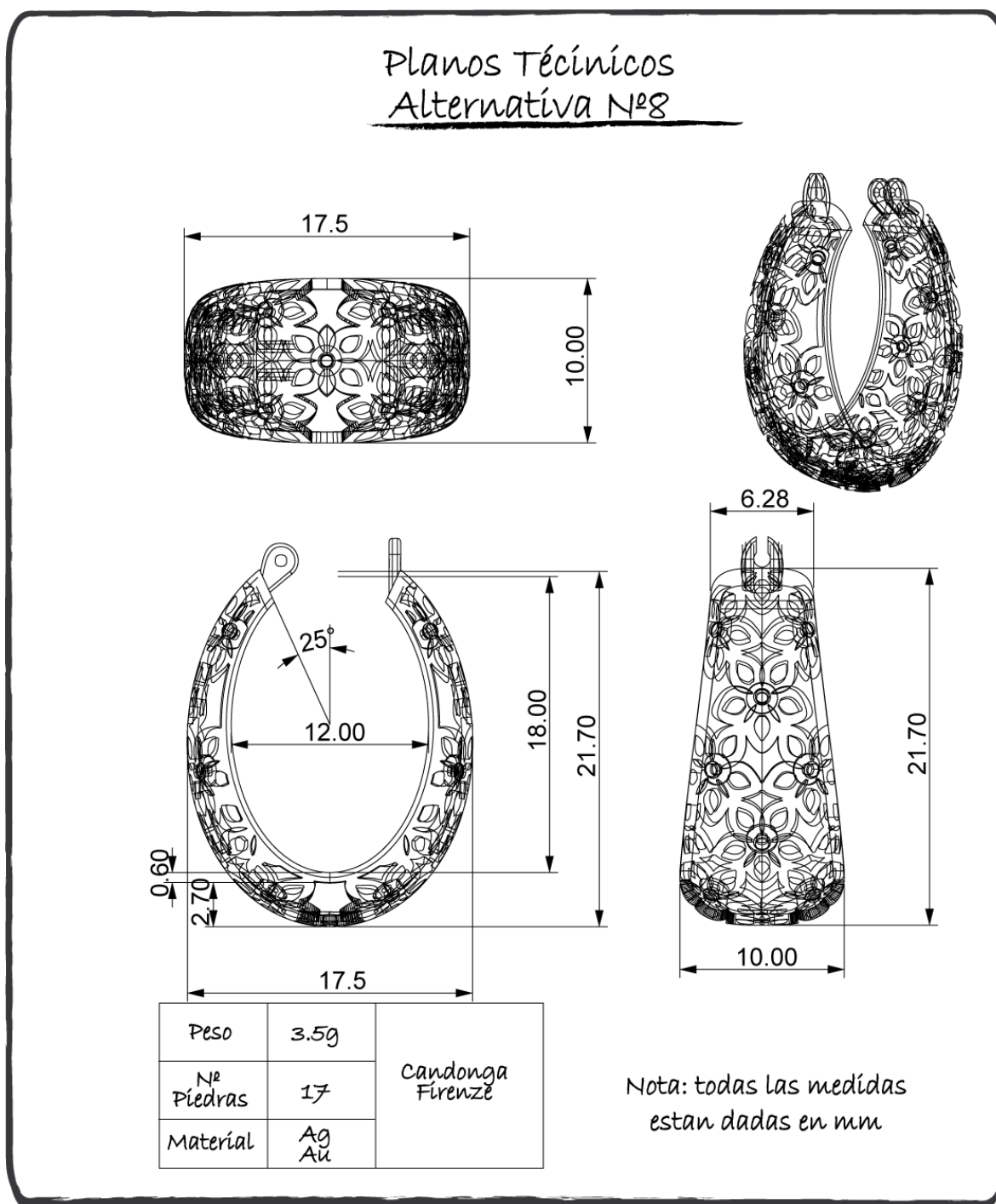
7.4.2.3. Planos Técnicos Alternativas Finales

Figura 84: Planos Técnicos Anillo Firenze.



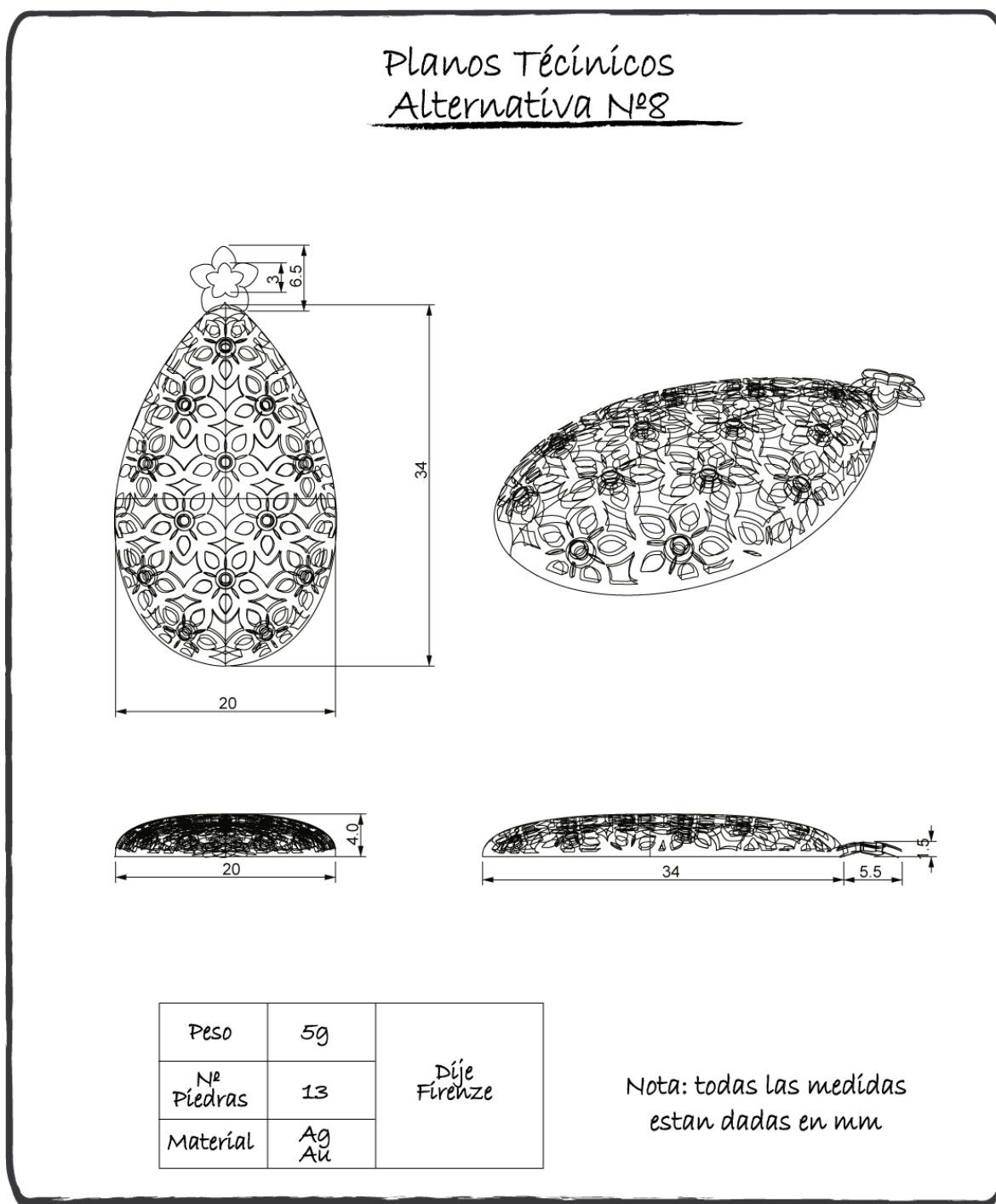
Fuente: Autor

Figura 85: Planos Técnicos Candonga Firenze.



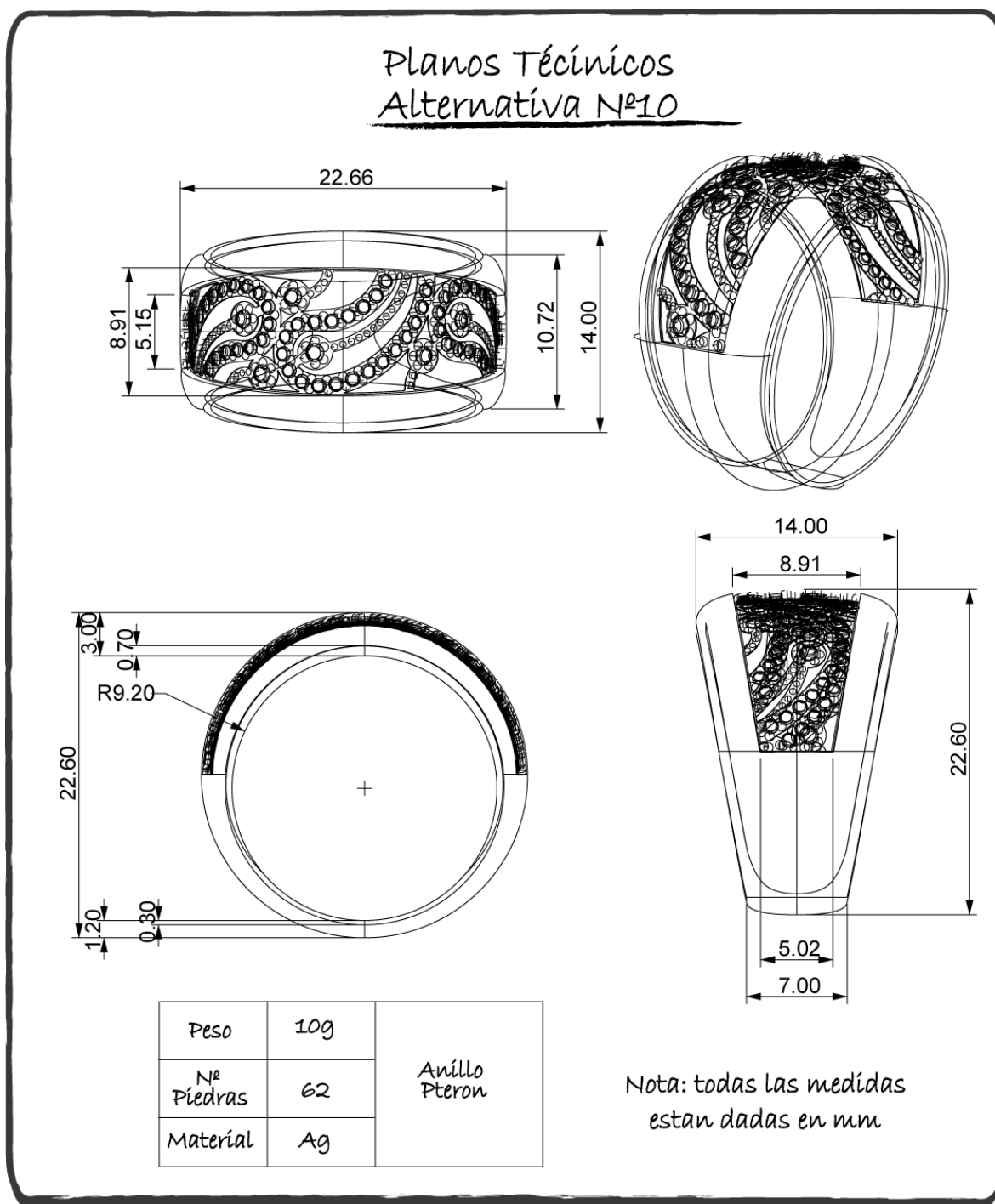
Fuente: Autor

Figura 86: Planos Técnicos Dije Firenze.



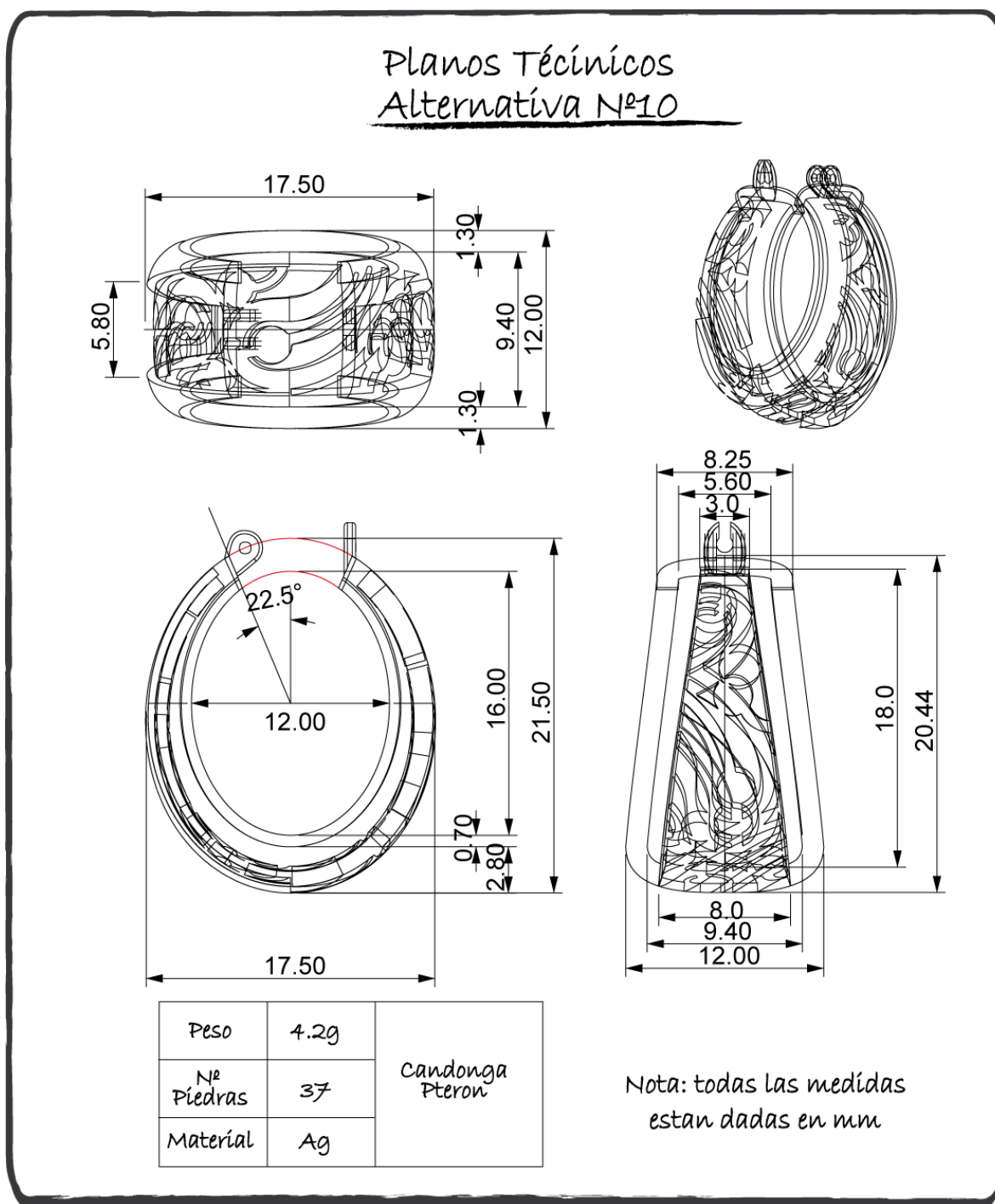
Fuente: Autor

Figura 87: Planos Técnicos Anillo Pteron.



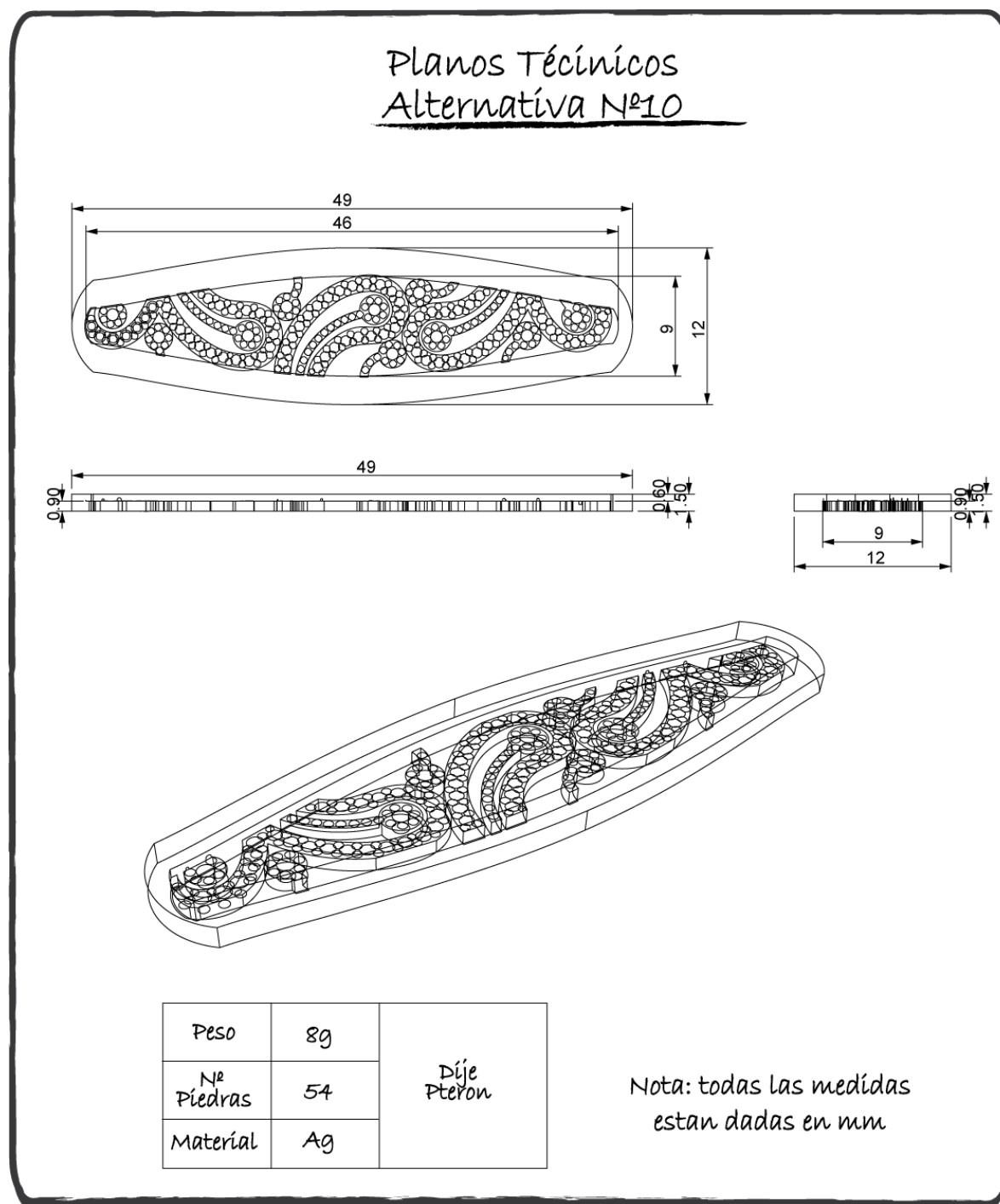
Fuente: Autor

Figura 88: Planos Técnicos Candonga Pteron.



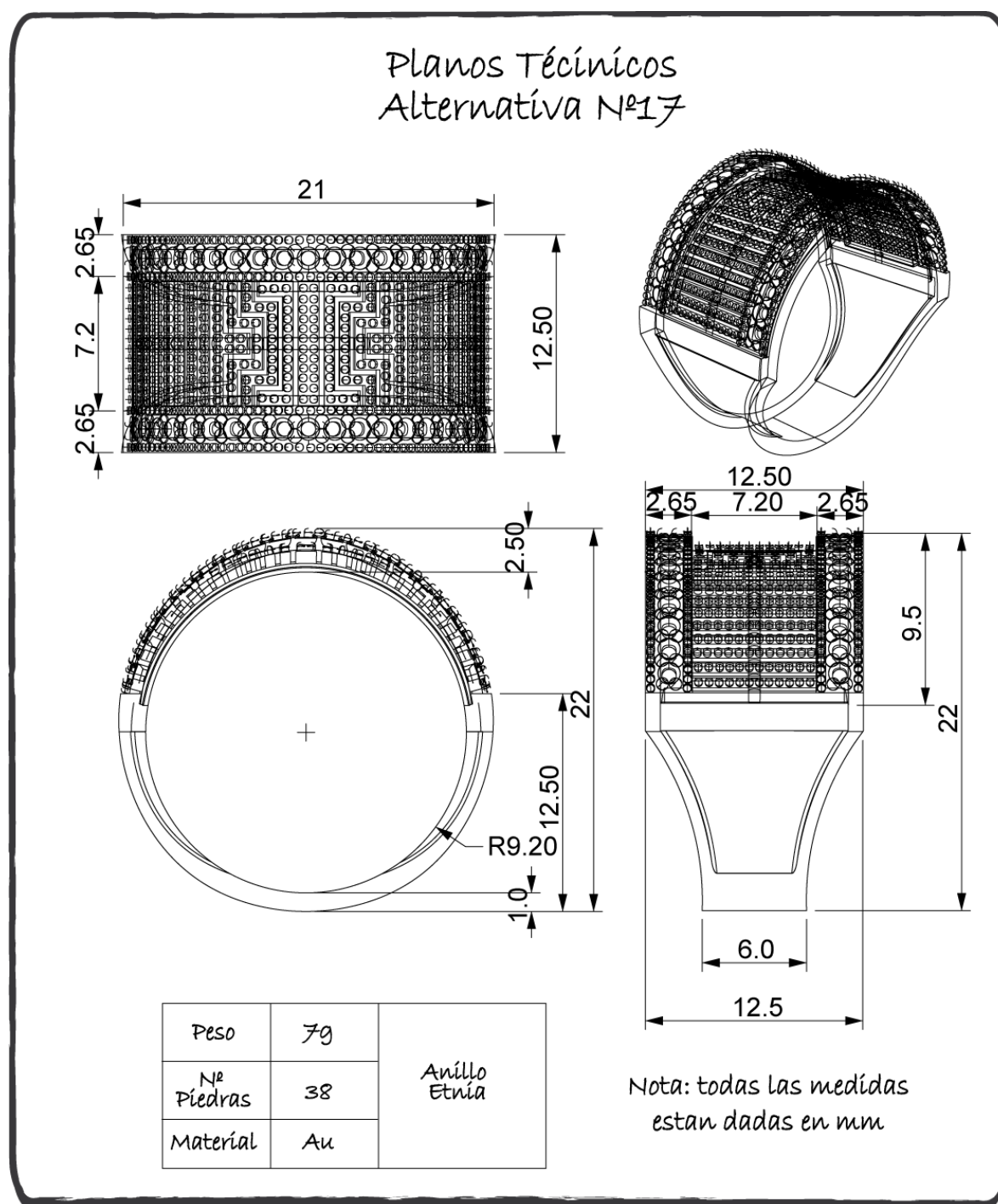
Fuente: Autor

Figura 89: Planos Técnicos Dije Pteron.



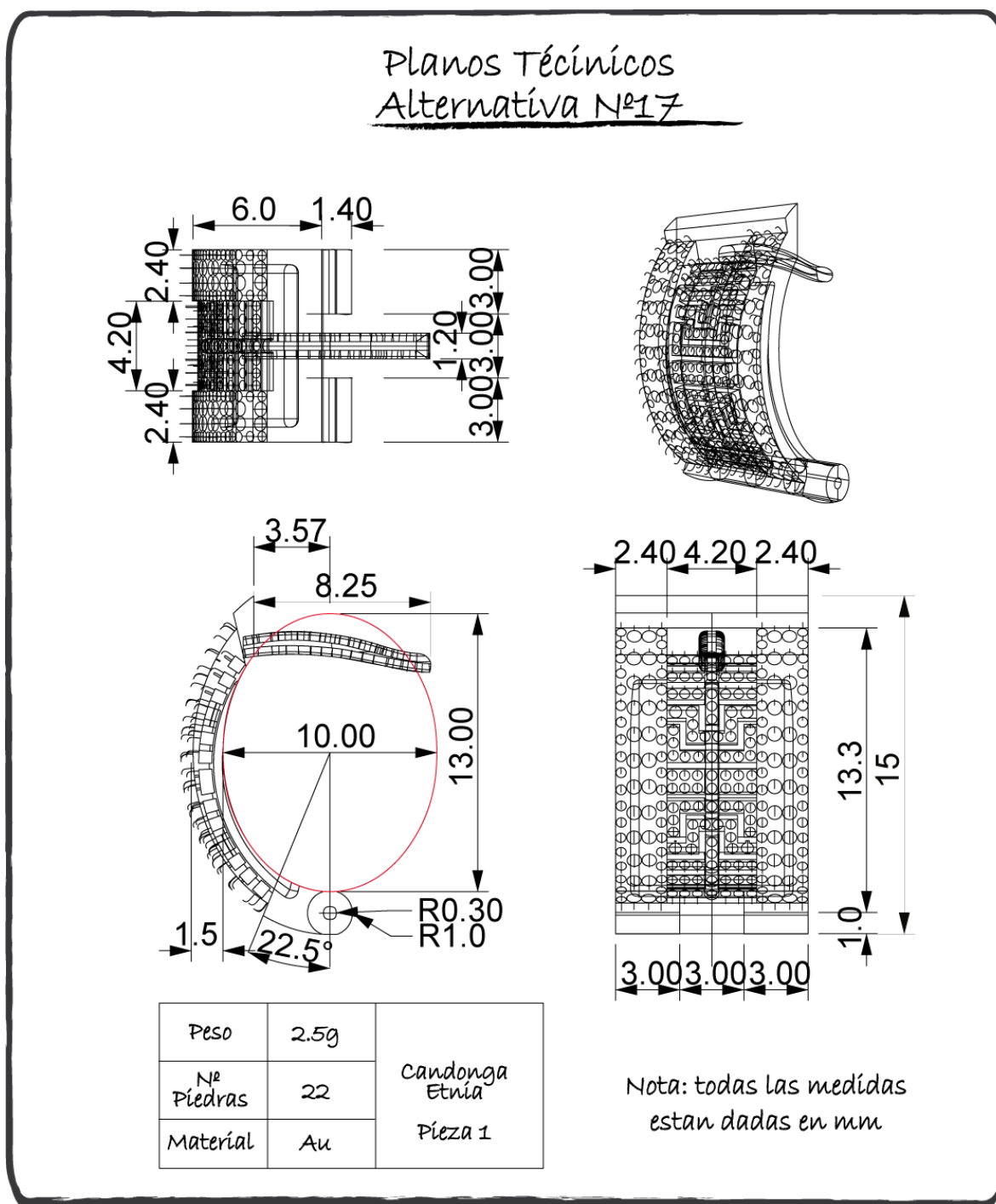
Fuente: Autor

Figura 90: Planos Técnicos Anillo Etnia.



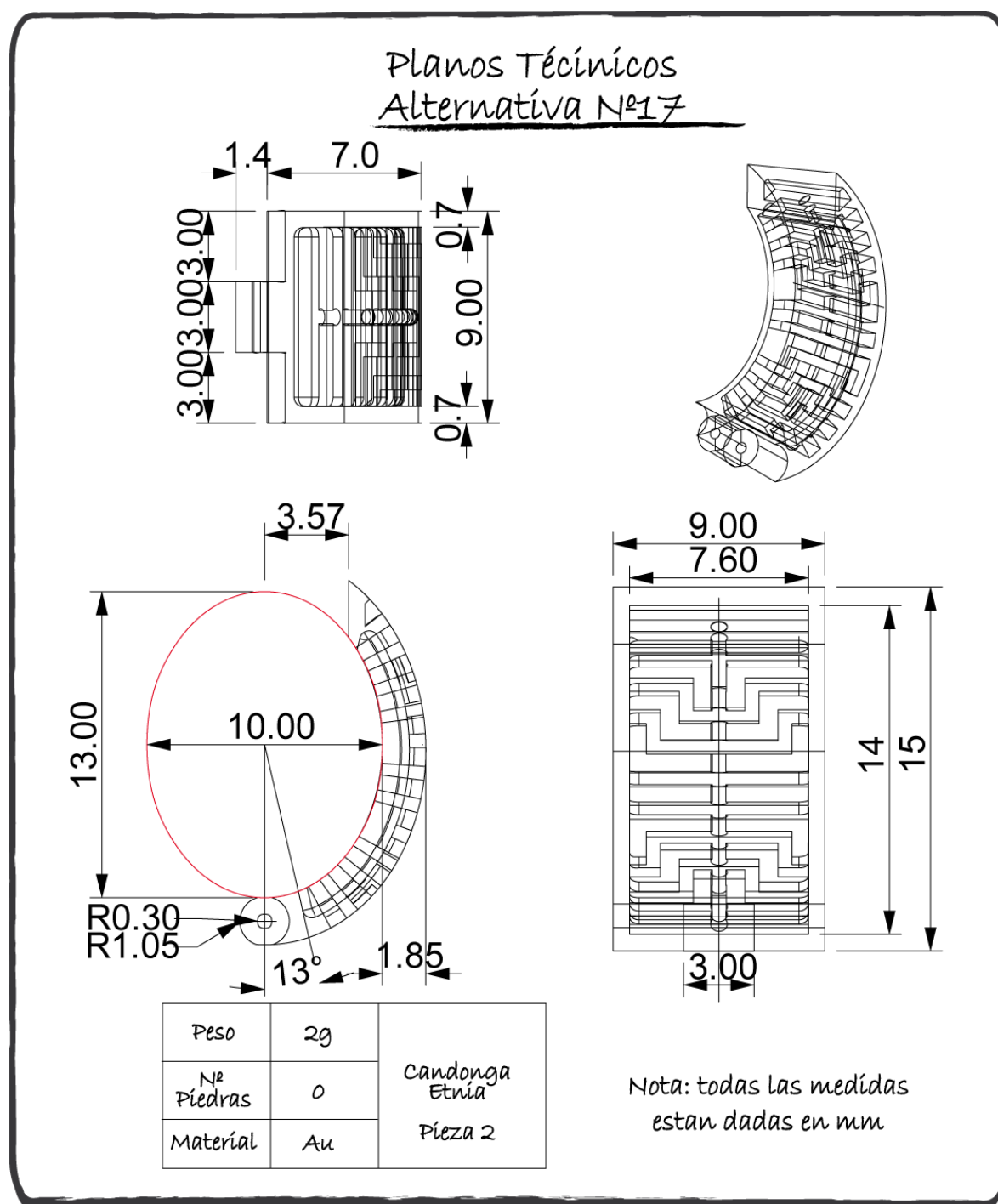
Fuente: Autor

Figura 91: Planos Técnicos Candonga Etnia –Pieza Frontal-.



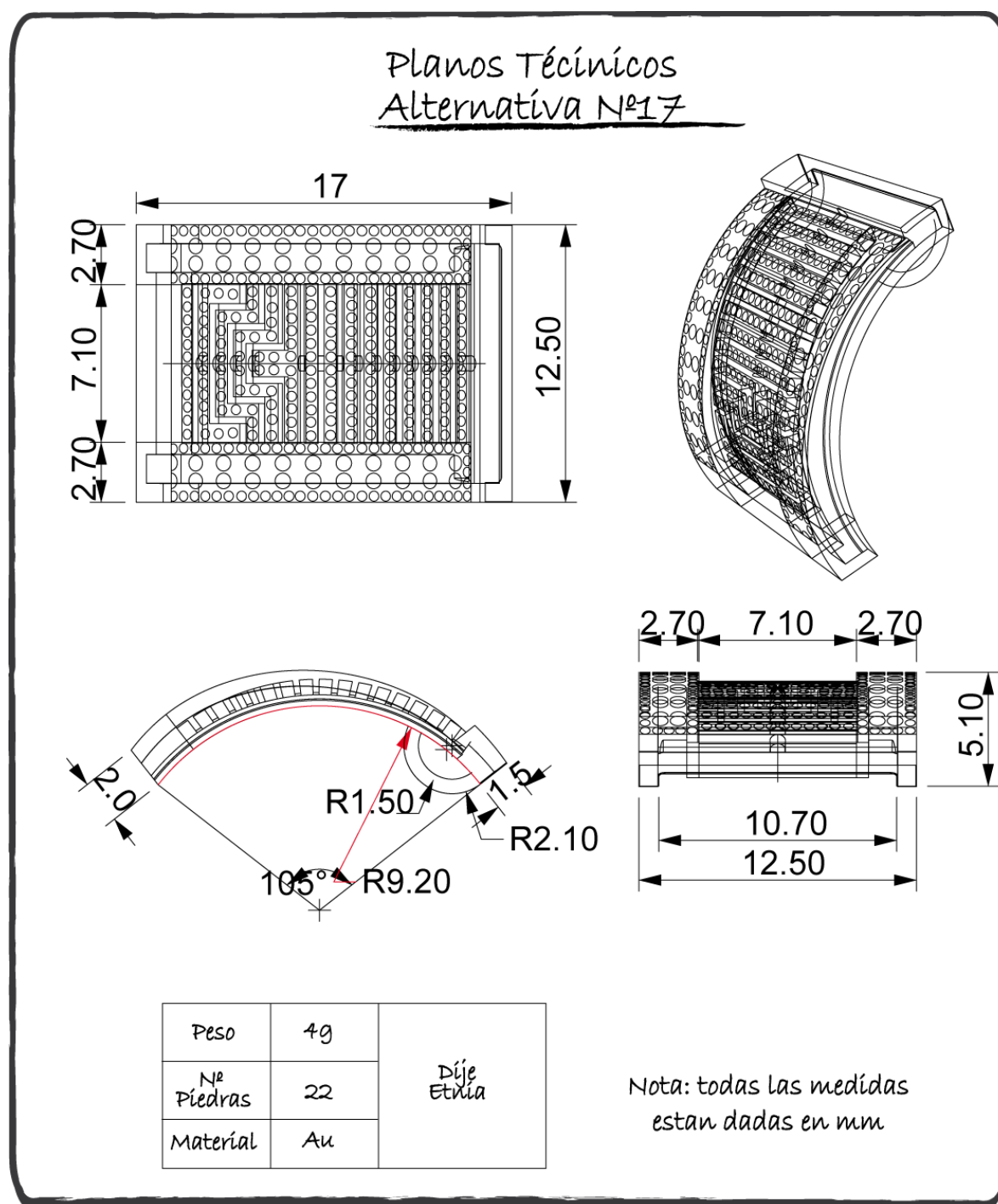
Fuente: Autor

Figura 92: Planos Técnicos Candonga Etnia –Pieza Posterior-.



Fuente: Autor

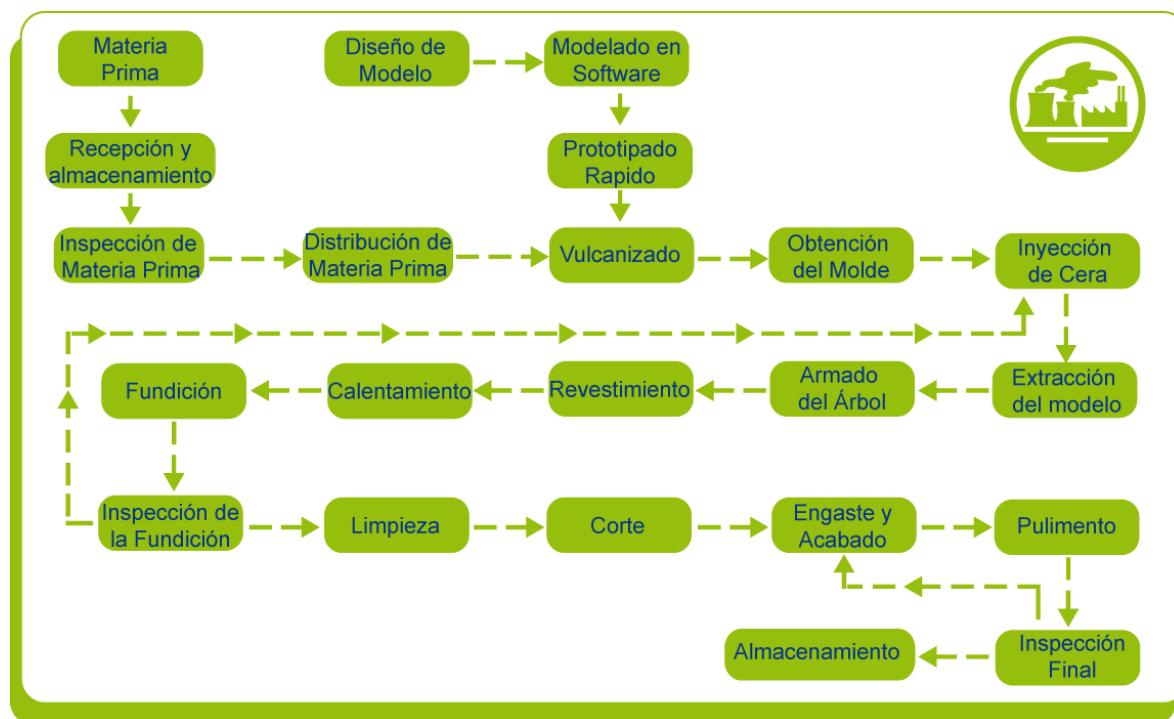
Figura 93: Planos Técnicos Dije Etnia.



Fuente: Autor

7.4.2.4. Diagrama de Producción. El diagrama de producción inicia desde la etapa de diseño y culmina en la recepción y revisión de la mercancía por parte del supervisor. Es importante resaltar que se utiliza como materia prima metales preciosos reciclados, específicamente oro y plata.

Figura 94: Diagrama de Producción Sistema de Producto Piezas de Joyería.



Fuente: Autor

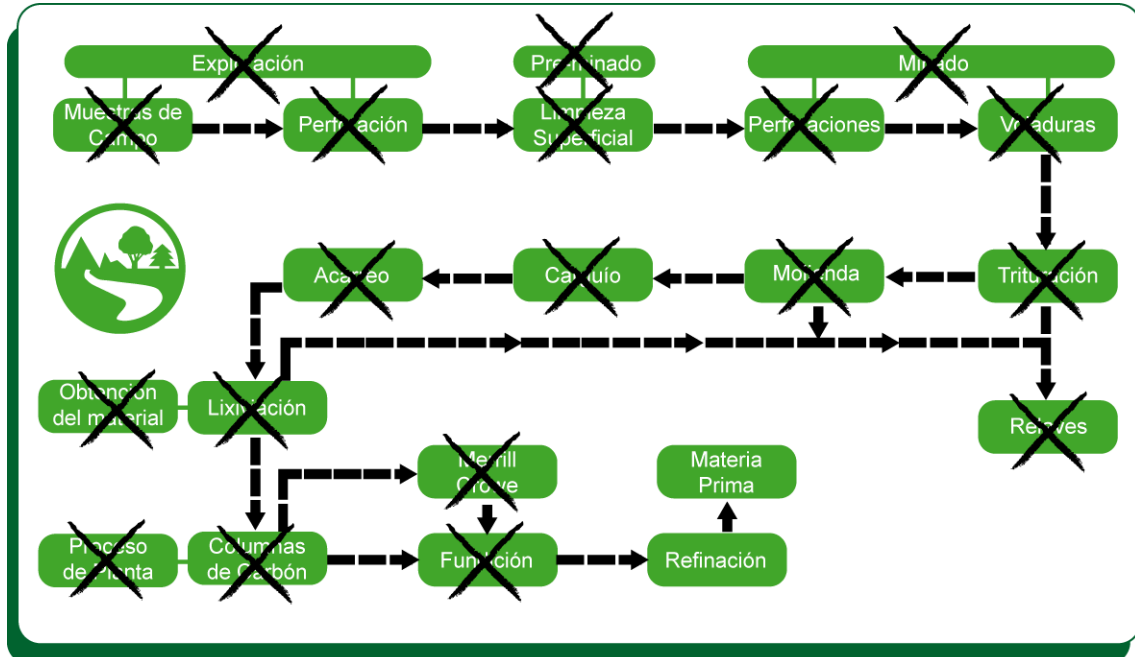
Asimismo, se debe destacar el hecho de la eliminación de recubrimiento con materiales químicos, el acabado final será el que el operario logre con la pulidora y el proceso de bomba, se evitara utilizar rodio y otros elementos para reducir el impacto ambiental y costos en la etapa de producción.

7.4.3. Hacer Seguimiento de los Objetivos de Eco-Diseño

La evaluación de los objetivos de diseño se realiza por el EMF, los objetivos de eco-diseño seleccionados fueron:

- **Usar menos material:** Este objetivo contradice uno de los requerimientos señalado por la empresa, específicamente el de realizar piezas con volúmenes grandes; lo que motivo en la innovación y la optimización en la etapa de diseño, se logro diseñar piezas con base en módulos añadiéndoles espacios vacios entre ellos, y de esta forma lograr volúmenes grandes pero reduciendo las entradas de material.
- **Reusar materiales contenidos en el producto:** Es el principal objetivo y base del proyecto pues se utilizo metales preciosos reciclados, ya que el gasto energético es menor en la refinación del metal que en el proceso de extracción. Esta afirmación es comprobable pues en la etapas de extracción de metales preciosos (Figura 13) igual se debe realizar el proceso de refinación, lo que indica que al utilizar metal reciclado se elimina una serie de pasos en la extracción del mineral indicando una disminución en el impacto ambiental.

Figura 95: Eliminación de Procesos en la Etapa de Obtención de Material.

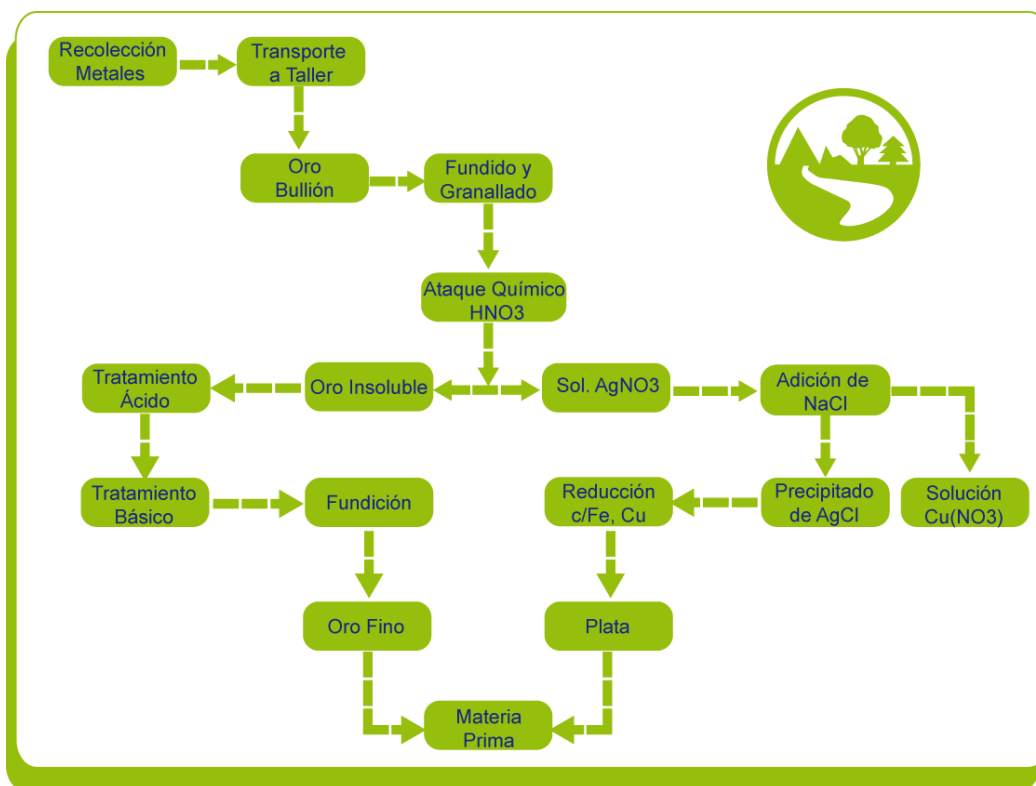


Fuente: Autor

- **Usar menos energía y materiales en el proceso de producción:** No solo se utiliza menos metal precioso (materia prima), además se reduce considerablemente el número de gemas utilizadas lo que nos da una reducción de costos, por otra parte, en algunas piezas se eliminó el proceso de recubrimiento químico lo que genera menor gasto energético en el proceso de producción.

A raíz del análisis expuesto y considerando la evaluación de los objetivos de eco-diseño es necesario establecer un nuevo diagrama para la etapa de obtención de la materia prima así: (Ver figura 96)

Figura 96: Nueva Etapa de Obtención de Material.



Fuente: Autor

Al mismo tiempo, el diagrama de entradas y salidas muestra una reducción en la entrada de materiales y energía necesaria en el proceso para obtener la materia

prima, lo que señala una generosa reducción en el impacto generado al medio ambiente. (Ver figura 97)

Figura 97: Análisis de entradas y salidas en la Nueva Etapa de Obtención de Materia Prima.



Fuente: Autor

Con todo lo señalado anteriormente, y teniendo en cuenta la caracterización del producto establecida por la herramienta de eco-diseño PILOT, como un producto tipo A, donde el mayor impacto ambiental se genera en la obtención de la materia prima; se puede manifestar que se realiza un considerable ahorro del consumo de energía en más del 70%⁴⁵ en la obtención de la materia prima, se disminuye las salidas de sustancias peligrosas, se recupera material o metales preciosos con un 1% de pérdida, lo que finalmente conduce a la conservación y ahorro de los recursos naturales, la disminución de los residuos finales en vertederos o escombreras; conllevando todo esto a la conservación del medio ambiente.

⁴⁵ COSTARICARECICLAJE.COM. Reciclaje de Metales, Consultado: 20-Octubre-2012 http://www.costaricareciclaje.com/esp/materiales_reciclables/metall/reciclar_metales.php

7.5. COSTOS DE MANUFACTURA

Los costos de las piezas dependen principalmente del material y este a su vez depende del precio establecido por el mercado mundial, además depende también del diseño de la pieza para el prototipado, el peso y la cantidad de piedras que contenga en el proceso de acabados.

- **Costos de prototipado**

Los costos de prototipado dependen del tiempo de duración de la operación, este se calcula por horas, cada hora tiene un valor de \$17.000 pesos. En este caso en particular se realiza una operación para las 9 piezas lo que genera una reducción del costo unitario.

Tabla 45: Costos Prototipado Rápido Colección NOVA.

Prototipado Rápido			
Detalle	Nº Horas	Valor Unitario	Valor Total
Colección Nova* (*) 9 piezas	22.5	\$ 17.000	\$ 382.500

Fuente: Autor

- **Matriz**

Estas se realizan en plata 925.

Tabla 46: Costos Matriz y Molde Anillo Firenze.

Anillo Firenze				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	10 g	\$ 3.000	\$ 30.000
Acabado matriz	Mano de obra	10 g	\$ 2.700	\$ 27.000
Vulcanizado	caucho	148 g		\$ 15.000
corte				\$ 15.000
Costo total				\$ 87.000

Fuente: Autor

Tabla 47: Costos Matriz y Molde Candonga Firenze.

Candonga Firenze				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	5.5 g	\$ 3.000	\$ 16.500
Acabado matriz	Mano de obra	5.5 g	\$ 2.700	\$ 14.850
Vulcanizado	caucho	61 g		\$ 6.000
corte				\$15.000
Costo total				\$ 52.350

Fuente: Autor

Tabla 48: Costos Matriz y Molde Dije Firenze.

Dije Firenze				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	7 g	\$ 3.000	\$ 21.000
Acabado matriz	Mano de obra	7g	\$ 2.700	\$ 18.900
Vulcanizado	caucho	85 g		\$ 8.500
corte				\$15.000
Costo total				\$ 63.400

Fuente: Autor

Tabla 49: Costos Matriz y Molde Anillo Pteron.

Anillo Pteron				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	12 g	\$ 3.000	\$ 36.000
Acabado matriz	Mano de obra	12 g	\$ 2.700	\$ 32.400
Vulcanizado	caucho	90.5 g		\$ 10.000
corte				\$15.000
Costo total				\$ 93.400

Fuente: Autor

Tabla 50: Costos Matriz y Molde Candonga Pteron.

Candonga Pteron				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	6.2 g	\$ 3.000	\$ 18.600
Acabado matriz	Mano de obra	6.2 g	\$ 2.700	\$ 16.740
Vulcanizado	caucho	68.5 g		\$ 8.500
corte				\$15.000
Costo total				\$ 58.840

Fuente: Autor

Tabla 51: Costos de Matriz y Molde Dije Pteron.

Dije Pteron				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	10 g	\$ 3.000	\$ 30.000
Acabado matriz	Mano de obra	10 g	\$ 2.700	\$ 27.000
Vulcanizado	caucho	105 g		\$ 11.000
corte				\$15.000
Costo total				\$ 83.000

Fuente: Autor

Tabla 52: Costos Matriz y Molde Anillo Etnia.

Anillo Etnia				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	11 g	\$ 3.000	\$ 33.000
Acabado matriz	Mano de obra	11 g	\$ 2.700	\$ 29.700
Vulcanizado	caucho	89 g		\$ 9.000
corte				\$15.000
Costo total				\$ 86.700

Fuente: Autor

Tabla 53: Costos Matriz y Molde Candonga Etnia Frontal.

Candonga Etnia Frontal				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	4.5 g	\$ 3.000	\$ 13.500
Acabado matriz	Mano de obra	4.5 g	\$ 2.700	\$ 12.150
Vulcanizado	caucho	35.5 g		\$ 6.000
corte				\$15.000
Costo total				\$ 46.650

Fuente: Autor

Tabla 54: Costos Matriz y Molde Candonga Etnia Posterior.

Candonga Etnia Posterior				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	4 g	\$ 3.000	\$ 12.000
Acabado matriz	Mano de obra	4 g	\$ 2.700	\$ 10.800
Vulcanizado	caucho	30 g		\$ 6.000
corte				\$15.000
Costo total				\$ 43.800

Fuente: Autor

Tabla 55: Costos Matriz y Molde Dije Etnia.

Dije Etnia				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
matriz	Plata 925	7 g	\$ 3.000	\$ 21.000
Acabado matriz	Mano de obra	7 g	\$ 2.700	\$ 18.900
Vulcanizado	caucho	35.5 g		\$ 6.000
corte				\$15.000
Costo total				\$ 60.900

Fuente: Autor

- **Piezas Finales**

Estas dependen del material en que se realicen.

Tabla 56: Costos Piezas Finales Anillo Firenze.

Anillo Firenze (plata)				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Plata 925	8 g	\$ 3.000	\$ 24.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	15	\$ 480	\$ 7.200
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	8 g	\$ 3.200	\$ 25.600
Costo total				\$ 59.800

Fuente: Autor

Tabla 57: Costos Piezas Finales Anillo Firenze.

Anillo Firenze (oro)				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Oro 18k	8 g	\$ 62.000	\$ 496.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	15	\$ 480	\$ 7.200
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	8 g	\$ 3.800	\$ 30.400
Costo total				\$ 536.600

Fuente: Autor

Tabla 58: Costos Piezas Finales Candonga Firenze.

Candonga Firenze (plata)				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Plata 925	3.5 g	\$ 3.000	\$ 10.500
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	17	\$ 480	\$ 8.160
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	3.5 g	\$ 3.200	\$ 11.200
Costo total				\$ 32.860

Fuente: Autor

Tabla 59: Costos Piezas Finales Candonga Firenze.

Candonga Firenze (oro)				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Oro 18k	3.5 g	\$ 62.000	\$ 217.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	17	\$ 480	\$ 8.160
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	3.5 g	\$ 3.800	\$ 13.300
Costo total				\$ 241.460

Fuente: Autor

Tabla 60: Costos Piezas Finales Dije Firenze.

Dije Firenze (plata)				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Plata 925	5 g	\$ 3.000	\$ 15.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	13	\$ 480	\$ 6.240
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	5 g	\$ 3.200	\$ 16.000
Costo total				\$ 40.240

Fuente: Autor

Tabla 61: Costos Piezas Finales Dije Firenze.

Dije Firenze (oro)				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Oro 18k	5 g	\$ 62.000	\$ 310.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	13	\$ 480	\$ 6.240
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	5 g	\$ 3.800	\$ 19.000
Costo total				\$ 338.240

Fuente: Autor

Tabla 62: Costos Piezas Finales Anillo Pteron.

Anillo Pteron				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Plata 925	10 g	\$ 3.000	\$ 30.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	62	\$ 480	\$ 29.760
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	10 g	\$ 3.200	\$ 32.000
Costo total				\$ 121.520

Fuente: Autor

Tabla 63: Costos Piezas Finales Candonga Pteron.

Candonga Pteron				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Plata 925	4.2 g	\$ 3.000	\$ 12.600
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	37	\$ 480	\$ 17.760
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	4.2 g	\$ 3.200	\$ 13.440
Costo total				\$ 46.800

Fuente: Autor

Tabla 64: Costos Piezas Finales Dije Pteron.

Dije Pteron				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Plata 925	8 g	\$ 3.000	\$ 24.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	54	\$ 480	\$ 25.920
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	8 g	\$ 3.200	\$ 25.600
Costo total				\$ 78.520

Fuente: Autor

Tabla 65: Costos Piezas Finales Anillo Etnia.

Anillo Etnia				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Oro 18k	7 g	\$ 62.000	\$ 434.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	38	\$ 480	\$ 18.240
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	7 g	\$ 3.800	\$ 26.600
Costo total				\$ 481.840

Fuente: Autor

Tabla 66: Costos Piezas Finales Candonga Etnia Frontal.

Candonga Etnia (frontal)				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Oro 18k	2.5 g	\$ 62.000	\$ 155.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	22	\$ 480	\$ 10.560
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	2.5 g	\$ 3.800	\$ 9.500
Costo total				\$ 178.060

Fuente: Autor

Tabla 67: Costos Piezas Finales Candonga Etnia Posterior.

Candonga Etnia (posterior)				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Oro 18k	2 g	\$ 62.000	\$ 124.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	0	\$ 480	\$ 0
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	2 g	\$ 3.800	\$ 7.600
Costo total				\$ 134.600

Fuente: Autor

Tabla 68: Costos Piezas Finales Dije Etnia.

Dije Etnia				
Detalle	Materia Prima	Cantidad	Costo Unitario	Costo Neto
metal	Oro 18k	4 g	\$ 62.000	\$ 248.000
gemas	Piedras 1 y 1.25 mm	22	\$ 480	\$ 10.560
Otros materiales	Lija, brocas			\$ 3.000
Acabados	Mano de obra	4 g	\$ 3.800	\$ 15.200
Costo total				\$ 276.760

Fuente: Autor

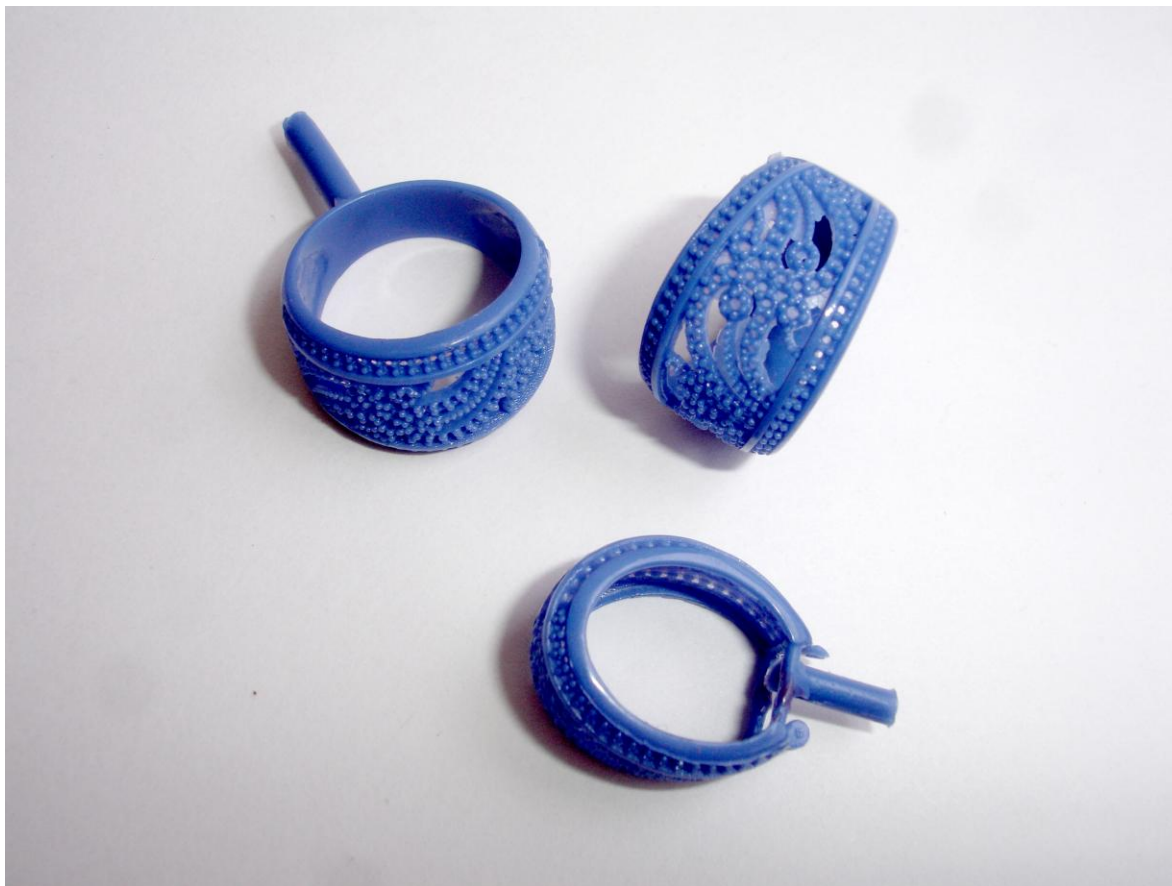
7.6. PIEZAS DE JOYERÍA

Figura 98: Ceras Anillo Firenze



Fuente: Autor

Figura 99: Ceras Anillo y Candonga Pteron.



Fuente: Autor

Figura 100: Ceras Anillo y Candonga Etnia.



Fuente: Autor

Figura 101: Anillo Firenze.



Fuente: Autor

Figura 102: Candonga Firenze.



Fuente: Autor

Figura 103: Dije Firenze.



Fuente: Autor

Figura 104: Anillo Pteron.



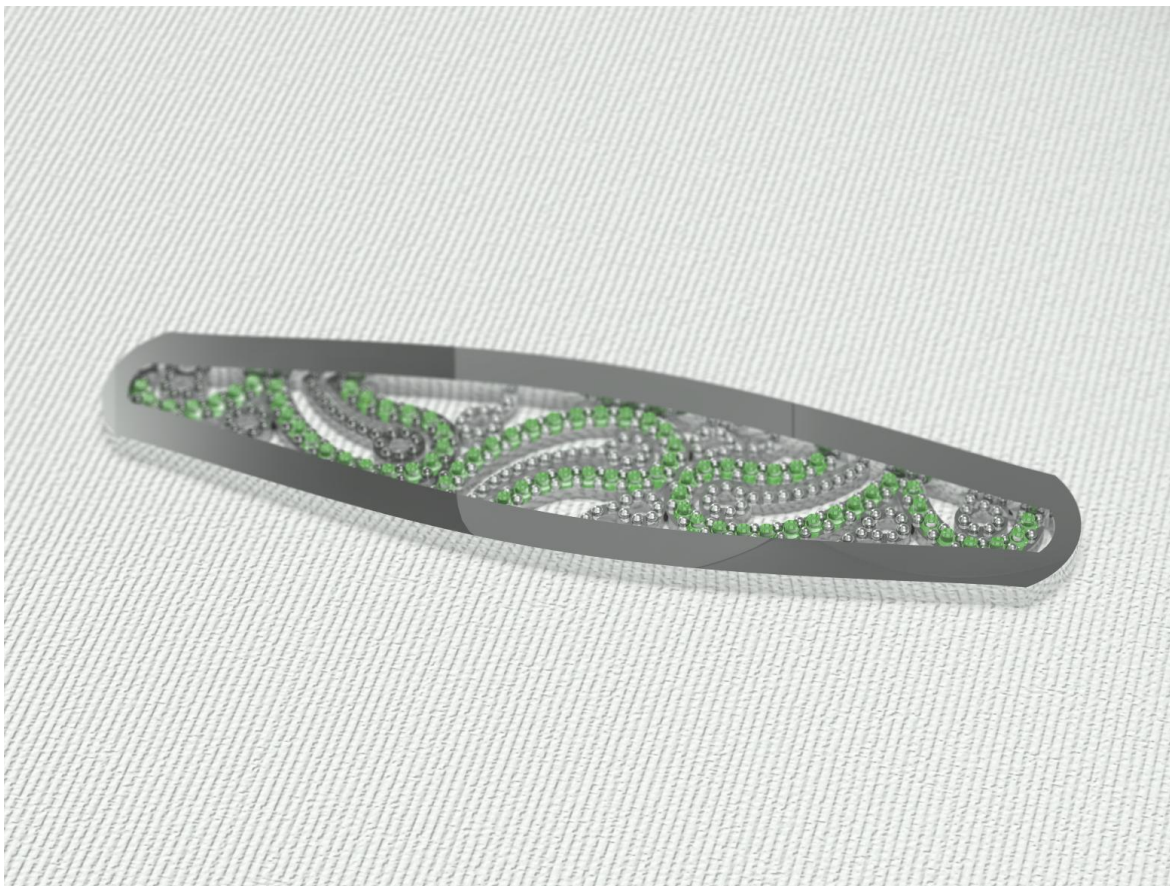
Fuente: Autor

Figura 105: Candonga Pteron.



Fuente: Autor

Figura 106: Dije Pteron.



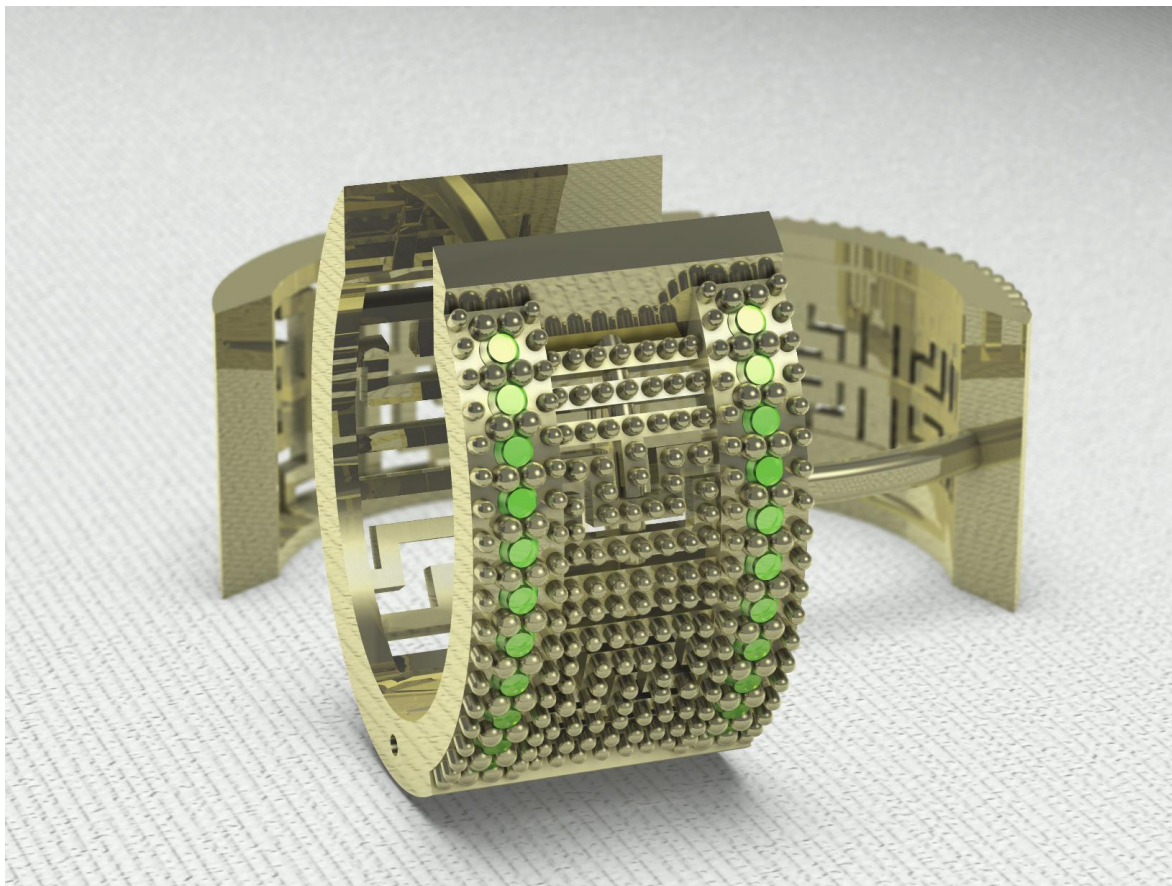
Fuente: Autor

Figura 107: Anillo Etnia.



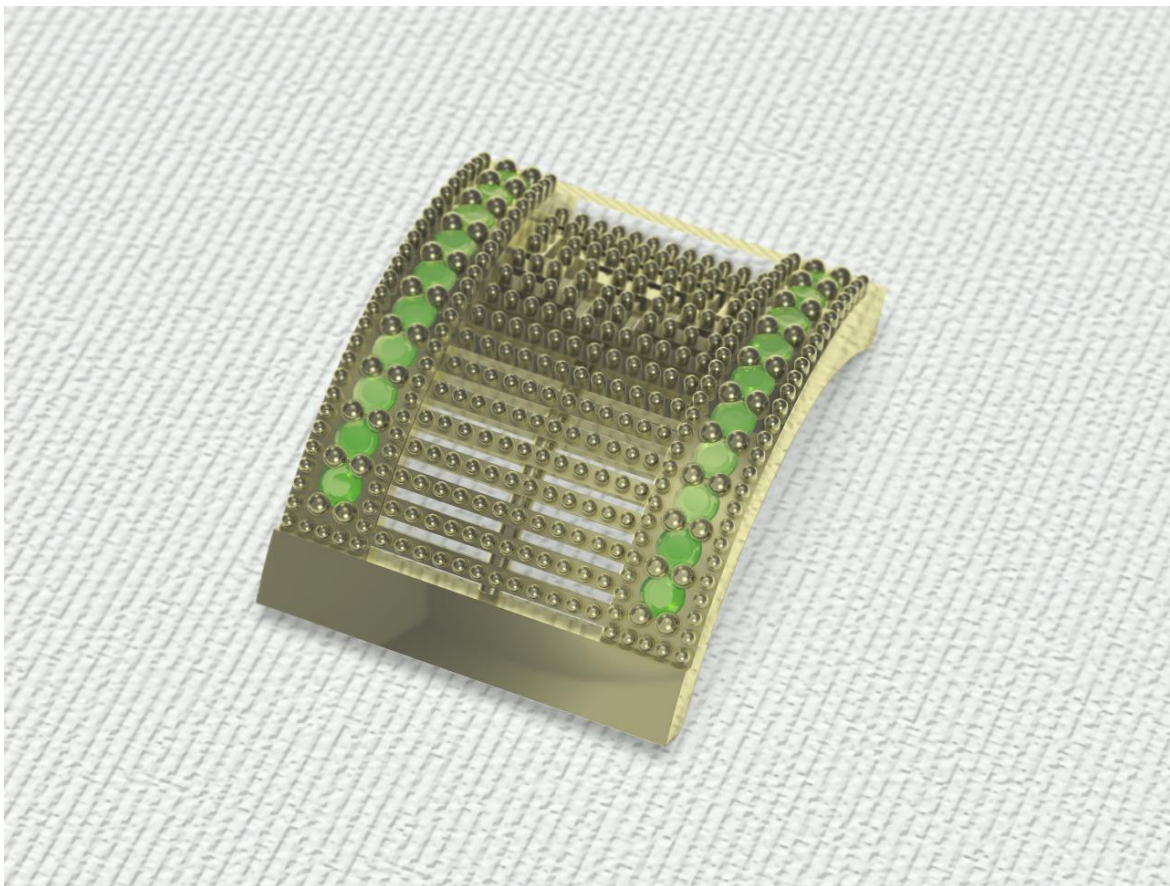
Fuente: Autor

Figura 108: Candonga Etnia.



Fuente: Autor

Figura 109: Dije Etnia.



Fuente: Autor

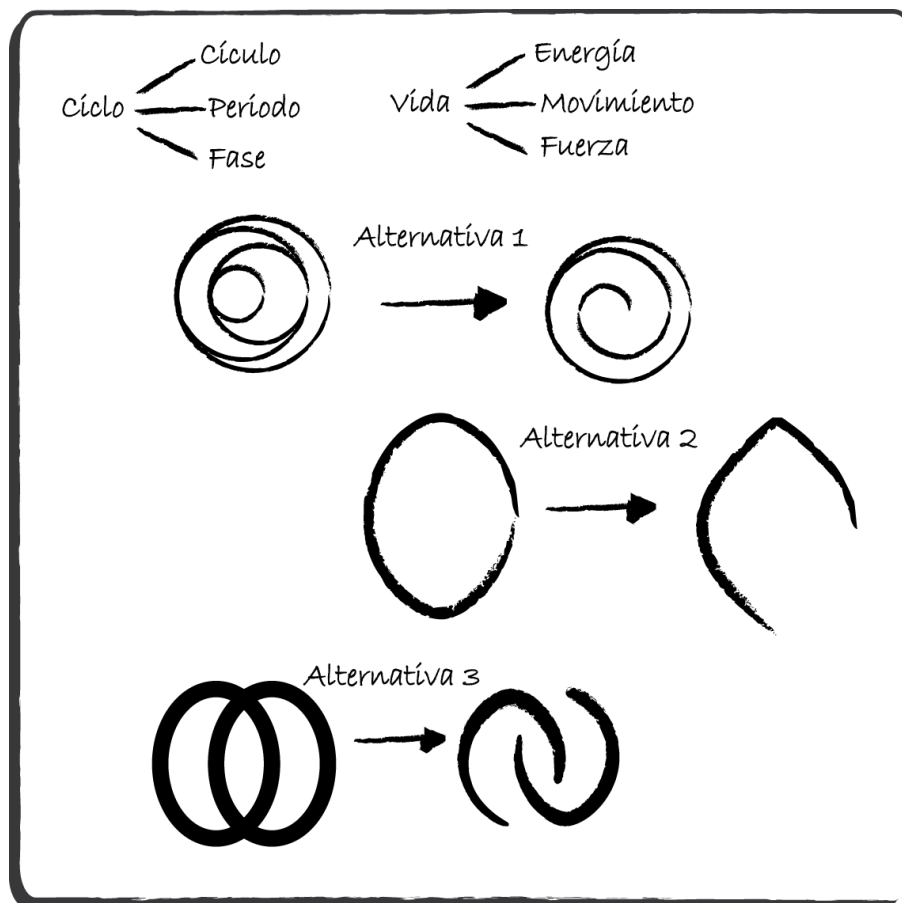
8. IDENTIDAD GRAFICA

En esta fase se diseñara el logo-símbolo que representará la marca.

8.1. LOGO

El logo se diseña bajo el concepto “pensando en el ciclo de vida”.

Figura 110: Alternativas de Logo

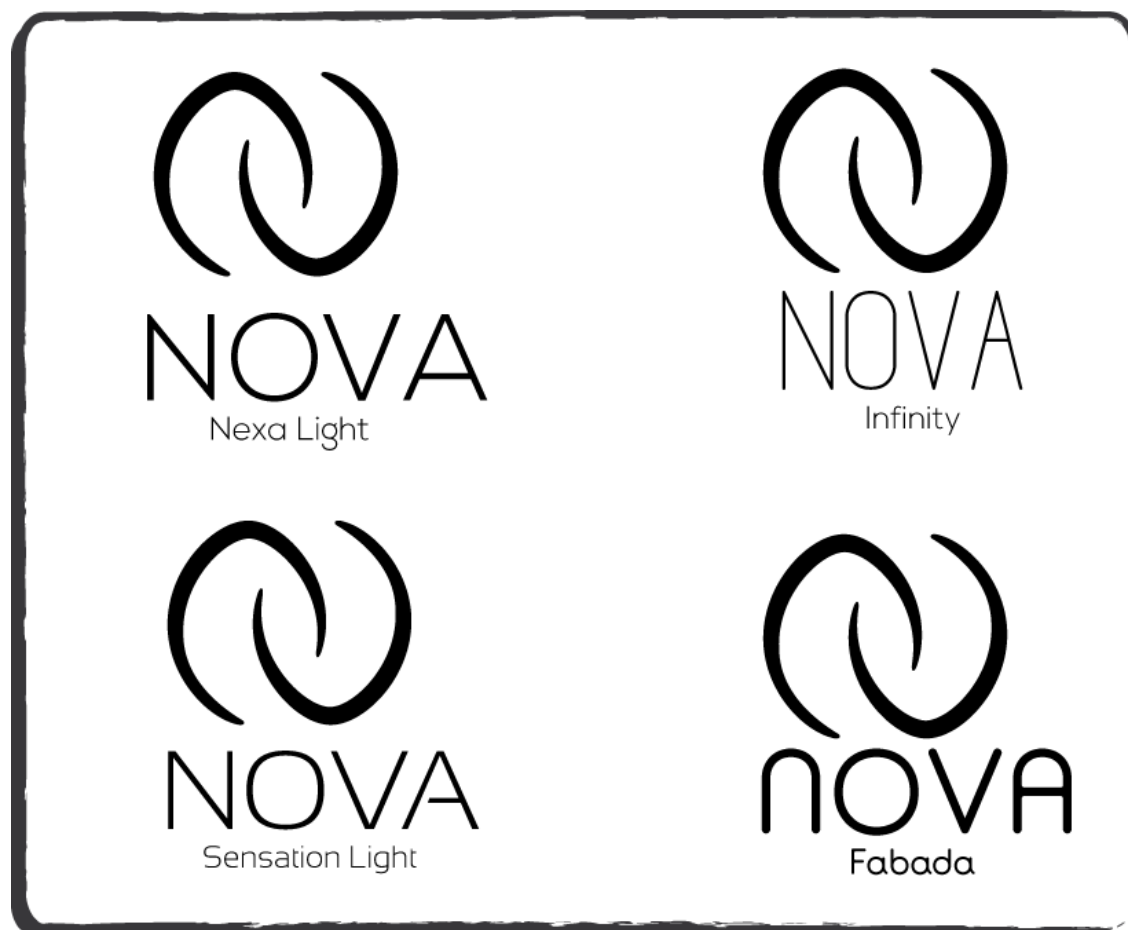


Fuente: Autor

Logotipo:

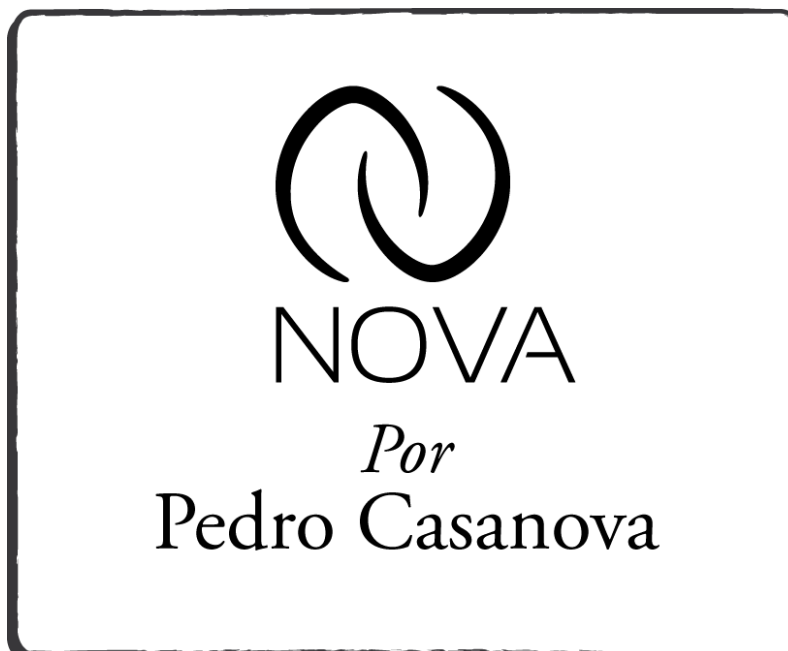
Se selecciona la alternativa 3 para representar el logotipo. Se escogen unas fuentes sin serifa para seleccionar el logotipo.

Figura 111: Alternativas de Fuentes



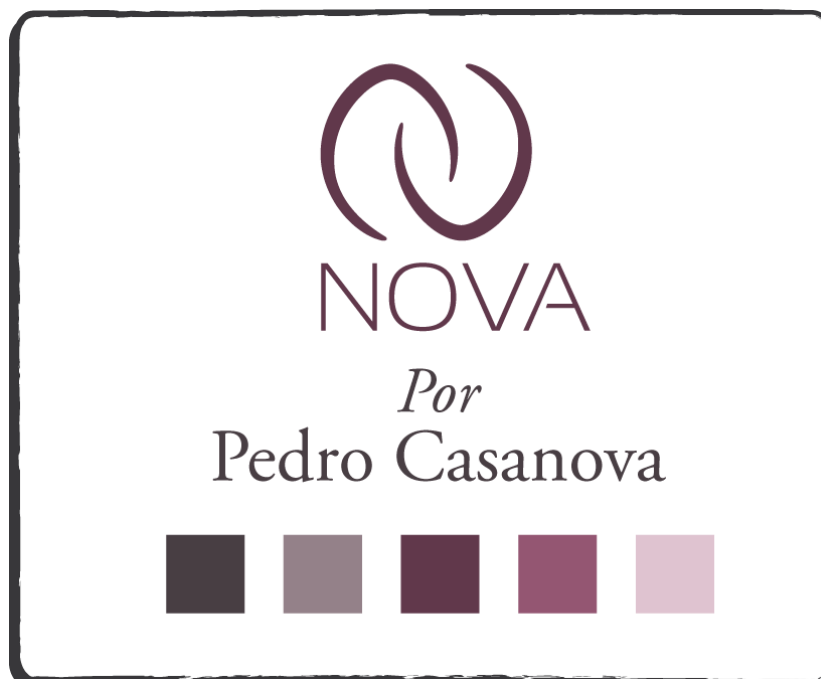
Fuente: Autor

Figura 112: Logo Colección Nova



Fuente: Autor

Figura 113: Alternativa 1 de Paletas de Color



Fuente: Autor

Figura 114: Alternativa 2 de Paletas de Color



Fuente: Autor

Figura 115: Paleta de Color Seleccionada

					
CMYK	36-29-39-0	74-73-85-92	66-61-73-74	40-32-41-0	10-7-18-0
RGB	177-172-154	16-15-7	54-50-39	169-165-148	235-232-215
HEXA	#B1AC9A	#100F07	#363227	#A9A594	#EBE8D7

Fuente: Autor

Figura 116: Logo Final



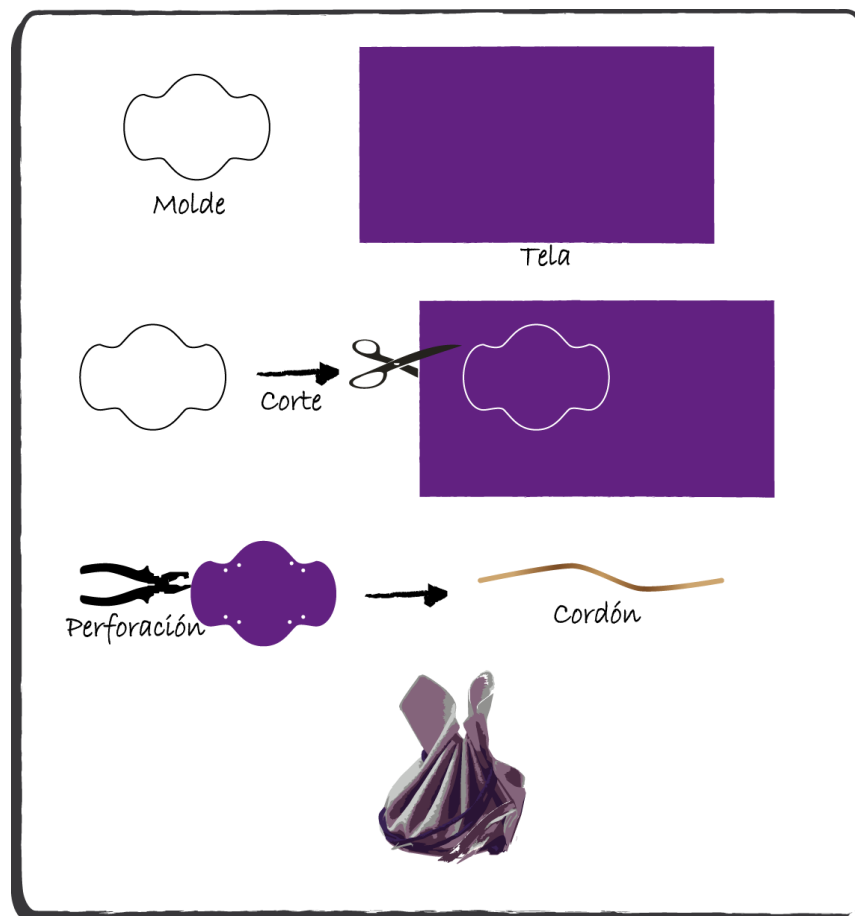
Fuente: Autor

9. EMPAQUE Y ETIQUETA

9.1. EMPAQUE

En el desarrollo del empaque se utiliza como materia prima tela con un 80% de algodón y 20% de poliéster, con el fin de reducir el impacto ambiental producido por los empaques, por otra parte se logra disminuir los costos de producción tanto energéticos como económicos.

Figura 117: Desarrollo de Empaque.



Fuente: Autor

Figura 118: Empaque y Etiqueta.



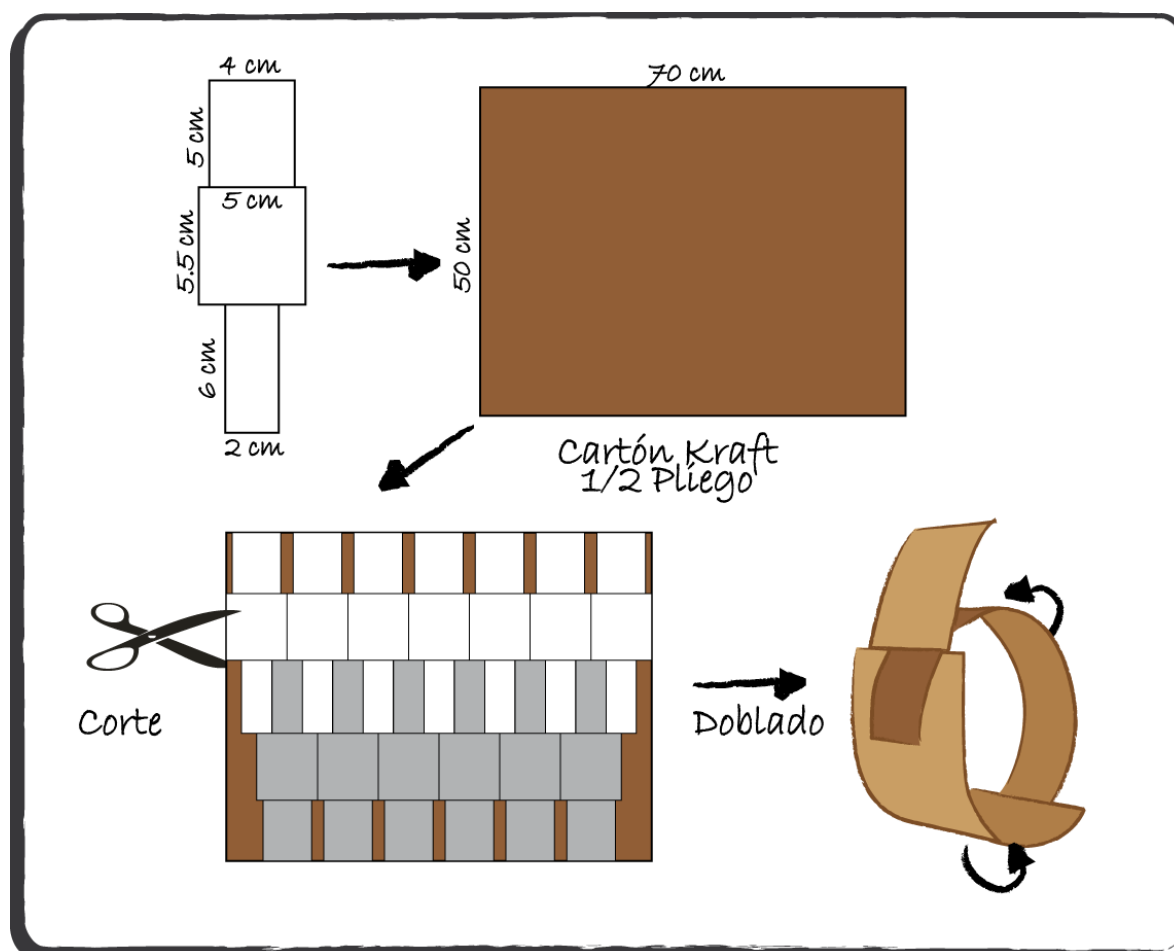
Fuente: Autor

9.2. ETIQUETA

La etiqueta para el empaque será impresa en cartón kraft, y con tintas ecológicas.

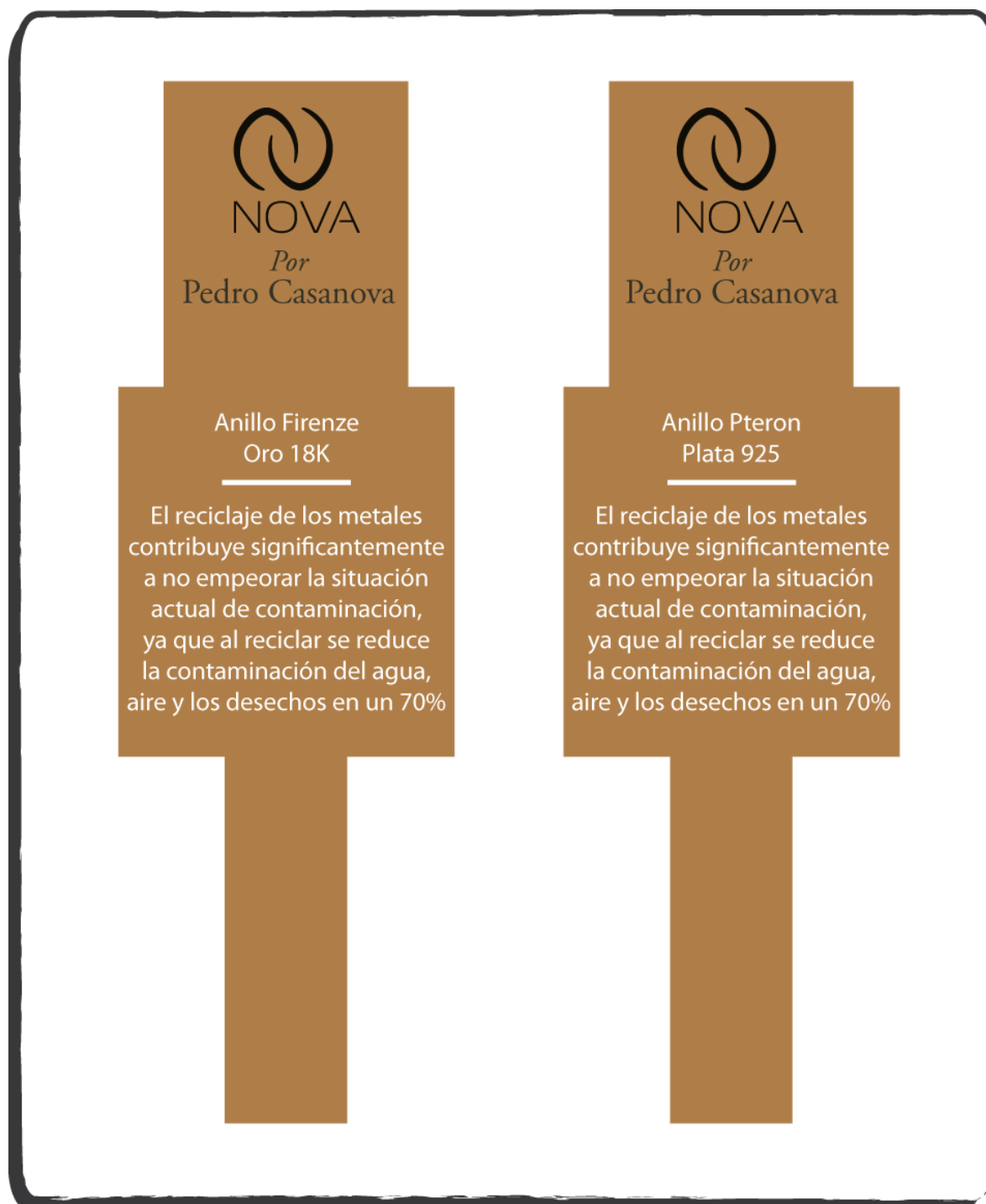
Allí se informará al usuario sobre la posibilidad de reciclar el metal ya que el oro y la plata son metales nobles que se permiten reciclar cuantas veces se quiera sin perder sus propiedades.

Figura 119: Desarrollo de Etiqueta.



Fuente: Autor

Figura 120: Etiqueta Final



Fuente: Autor

Figura 121: Poster



10. CONCLUSIONES

- La metodología ECODISEÑO PILOT (**P**roduct **I**nteraction, **L**earning and **O**ptimization **T**ool): -Investigación de Producto, Aprendizaje y Herramienta de Optimización para el desarrollo de productos sostenibles desarrollada por Wolfgang Wimmer y Rainer Züst– puede ser aplicada para el desarrollo de sistemas de productos, y permite utilizar estrategias de eco-diseño tanto para la toma de decisiones como para la ejecución de estas en la fase de desarrollo del producto.
- Existe información en libros e internet que permiten identificar las fases críticas del desarrollo de un producto analizando su ciclo de vida.
- La herramienta de ECODISEÑO PILOT que se encuentra en internet es de gran ayuda, proporciona un proceso detallado paso a paso que permite identificar las fases críticas en el ciclo de vida, estrategias y medidas de mejora y obliga a plantear ideas de diseño para el desarrollo de productos.
- Para desarrollar productos amigables con el medio ambiente es de gran importancia involucrar un equipo multifuncional donde se incluyan todos los entes pertinentes al proyecto.
- Un preciso análisis del ciclo de vida permite una correcta caracterización de los productos, lo que conlleva a escoger las estrategias de eco-diseño adecuadas obteniendo como resultado una disminución tanto en costos económicos como en el impacto ambiental.
- En Bucaramanga es posible desarrollar productos enfocados en el ciclo de vida y con estrategias de eco-diseño ya que se cuenta con tecnología para el desarrollo de sistemas de productos. Específicamente el sector joyero de la región cuenta en este momento tanto con tecnología de vanguardia como con el talento humano propicio para el desarrollo de productos de joyería amigables con el medio ambiente.

11. RECOMENDACIONES

- Es importante reforzar el concepto de eco-productos, brindándole un valor agregado a los productos elaborados con materia prima obtenida por medio del reciclaje de metales precisos para su posterior reutilización.
- Desde la academia se debe estimular al desarrollo de productos elaborados con estrategias de eco-diseño, pues existen las herramientas necesarias que permiten desenvolverse en el tema.
- Se debe impulsar proyectos académicos para reducir el impacto ambiental donde intervengan diferentes grupos interdisciplinarios, además de involucrar el sector productivo de la región.

BIBLIOGRAFIA

- **ALDECOA Y SU LUCHA**, El Impacto de la Mega Minería, Agosto de 2006, Aldecoa, José Jorge consultado el 17-febrero-2012 <http://jorgealde.blogspot.com/>
- **ASOMINEROS DE LA ANDI, FEDEDESARROLLO**, La Minería En Colombia: Impacto Socioeconómico y Fiscal, Bogotá, Abril 2008. Pág: 56.
- **BIBLIOTECA DE JOYERÍA IBARRA**, Aleaciones, Consultado: 15-Septiembre-2012 <http://www.raulybarra.com/.htm>
- **BOLSA LIBRE**, Plata La Producción Minera, 20-Enero-2011, Consultado 5-Febrero-2012, <http://www.bolsalibre.es/articles/view/Plata3>
- **Compromisso Empresarial para Reciclaje** <http://www.cempre.org.br/imprensa.php?codeps=fHx8fHx8fHx8fHx8fDE4>
- **DE JOYAS**, ¿Que es una gema?, Consultado 15-septiembre-2012, <http://www.dejoyas.com/que-es-una-gema.php>
- **Diseño Ecológico**, Joaquim ViñolasMarlet; Art Blume, S.L. Barcelona, 2005.
- **Diseño y Desarrollo de Productos**, Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger; 4 edición, editorial Mc Graw Hill, México, Cap.: 4, Pág.: 61- 70.
- **ECODESIGN PILOT online**, Assistant, <http://www.ecodesign.at/pilot>
- **ECODISEÑO CENTRO AMERICA**, ¿Qué es Eco-diseño?, Consultado: 12-Febrero_2012, http://www.cegesti.org/ecodiseno/que_es.htm
- **ECODISEÑO, Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles**, Salvador Capuz Rizo y Tomás Gómez Navarro; Alfaomega Grupo de editor S.A, México ,2.004.
- **ECO-ETIQUETADO Un Instrumento para diferenciar productos e incentivar la competitividad**, Rodolfo Abarca –Sergio Sepúlveda, San José , Costa Rica, 2.001, Pág.: 3 – 9

- **EL ESPECTADOR.COM.** En Colombia hay 44.725.636 teléfonos celulares, 25-Enero-2011, Consultado: 5-Marzo-2012, <http://www.elspectador.com/tecnologia/articulo-246966-colombia-hay-44725636-telefonos-celulares>
- **EL NUEVO DIARIO**, Rivas, Julio César. Computadores producen montañas de desperdicios, 07-Marzo-2007, Edición: 9542 consultado el 25- Febrero-2012 <http://impreso.elnuevodiario.com.ni/2007/03/07/internacionales/43134>
- **Greenpeace**, Barrick: minería responsable de destruir los glaciares, Buenos Aires, Argentina, Julio 2011, pág: 5.
- **Greenpeace**, El lado toxico de la telefonía móvil, Buenos Aires, Argentina, Noviembre 2011, pág: 9.
- **LA INFORMACION.COM**, Minería Urbana, 20-October-2011. Consultado 3-Febrero-2012, <http://todoproductosfinancieros.com/mineria-urbana/>
- **ORO Y FINANZAS**, Lista de las reservas mundiales oficiales de oro – Agosto/2011, 12-Agosto-2011, Consultado 5-febrero-2012, <http://www.oroymasfinanzas.com/2011/08/lista-de-las-reservas-mundiales-oficiales-de-oro-agosto2011/>
- **Padilla, César. Minería: ¿desarrollo o amenaza para las comunidades en América Latina?**, Editado por el Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, OCMAL, junio 2010.
- **Pardevé Iivia, Walter.** Reciclado industrial de metales, una aproximación, ECOE ediciones, Bogotá 2006
- **Pedraza, J.E., Arias M.T., Neira G,** Montaje de una planta piloto demostrativa para el proceso de minerales auroargentíferos. Memoria para optar al Título de Ingeniero Metalúrgico, Escuela de Ingeniería Metalúrgica, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- **Plataforma Regional de Residuos Electrónicos de PC en Latinoamérica y el Caribe.** Enero 2010, Destino final de los equipos electrónicos obsoletos de

usuarios corporativos de TIC en Argentina, Buenos Aires, Argentina: Trufó, Verónica. Pág: 6.

- **REDACCIÓN OLA VERDE**, La basura electrónica amenaza su medio ambiente, 02-Junio-2009, consultado el 22-Febrero-2012, <http://www.vanguardia.com/historico/20510-la-basura-electronica-amenaza-su-medio-ambiente>
- **REVISTA GOBIERNO**, Colombia y Suiza firman acuerdo sobre residuos electrónicos, 29-junio-2012, Consultado 12-julio-2012, <http://www.revistagobierno.com/portal/index.php/mundo/25-medio-ambiente/11929-colombia-y-suiza-firman-acuerdo-sobre-residuos-electronicos>
- **Servicio Nacional de Aprendizaje SENA**, Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo. Caracterización Ocupacional de la Cadena Productiva de la Joyería en Colombia (2005) Bucaramanga, Colombia. Pág: 24, 34, 98, 101.
- **UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY**, Mineral Commodity Summaries 2012, Enero-2012, Consultado: 07-Febrero-2012 <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2012/mcs2012.pdf>
- **Valdivia Sonia & Yauri Yvette**, Inventarios de Ciclo de Vida del Oro, de actividades mineras artesanales y de pequeña escala en el Perú, Lima, Perú, 2006, pág: 40 - 42.
- **Wolfgang Wimmer & Rainer Züst**, ECODESIGN PILOT, Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2003.
- **WORLD GOLD COUNCIL**, supply and demand statistics, 7-Enero-2012, Consultado: 05-Febrero-2012 www.research.gold.org/supply_demand/

ANEXOS

Anexo 1. Basura Electrónica

El incremento de producción y consumo de dispositivos electrónicos en los países desarrollados, ha enfrentado a estos con la necesidad de tomar acciones que controlen, prevengan, limiten y corrijan los impactos medio ambientales; a través de mecanismos de regulación, normatividad y estandarización de los aspectos legales y comerciales involucrados. Debido a ello han definido estrategias que consideran el reusó, el reciclaje y formas adecuadas de eliminación de estos aparatos cuando no tienen mayor vida útil.

El manejo de este tipo de residuos debe tener una responsabilidad compartida entre gobiernos y comunidades. Es preciso resaltar que los residuos de estos aparatos eléctricos o electrónicos tienen consecuencias contaminantes que dañan a quienes los manipulan, contaminan el medio ambiente y suponen un alto riesgo para la salud.

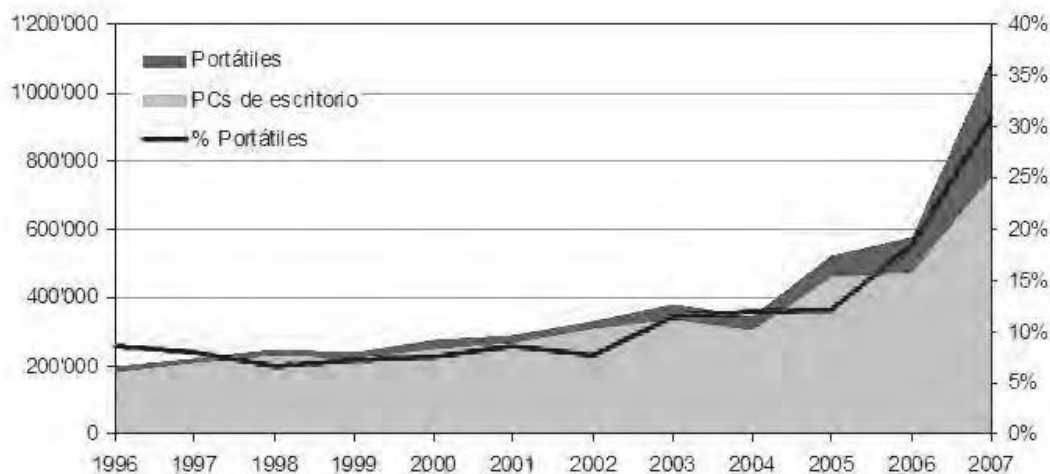
La donación y la transferencia de computadoras hacia los países en desarrollo ha sido una de las soluciones adoptadas por los países desarrollados. Esta estrategia resuelve un problema para ambas partes, ya que al mismo tiempo ayuda a eliminar el volumen de desecho en los países desarrollados y ofrece una mayor disponibilidad de computadoras en los países en desarrollo. Estas acciones son dirigidas principalmente a apoyar proyectos sociales que benefician a los sectores con menos recursos adquisitivos y especialmente a programas educativos.

Sin embargo la situación es preocupante, ya que dicha solución transfiere el problema de la e-basura a los países en desarrollo, ahora la Agencia Europea del

Medio Ambiente calcula que el volumen de e-basura está aumentando tres veces más rápidamente que otras formas de desperdicios, al punto que pronto llegará a 40 millones de toneladas métricas, suficiente para llenar una fila de camiones que recorrería la mitad de la circunferencia de la Tierra⁴⁶.

Las ventas de computadores personales y teléfonos celulares se han disparado; pero el problema va más allá de computadores y celulares. Una amplia gama de equipos digitales que en los Estados Unidos y Europa ya se dan por sentados, apenas empezaron a conquistar los mercados de Latino América y el Caribe. Las mismas tendencias también se pueden observar en Colombia (Ver Figura 12.1), donde las ventas de equipos eléctricos y electrónicos se han disparado en los últimos años, y en poco tiempo estos aparatos serán descartados por sus usuarios convirtiéndose en residuos.

Figura 122: Computadores de escritorio y portátiles vendidos en Colombia entre 1996 y 2007.



Fuente: D. Ott. *Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia: Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares*. 2008, EMPA.

⁴⁶ REDACCIÓN OLA VERDE, La basura electrónica amenaza su medio ambiente, 02-Junio-2009, consultado el 22-Febrero-2012, <http://www.vanguardia.com/historico/20510-la-basura-electronica-amenaza-su-medio-ambiente>

Esto en cuanto a computadores de escritorio y portátiles, ahora según un informe presentado por la Superintendencia de Industria y Comercio (Sic) hoy existen 44.725.636 teléfonos móviles. Por consiguiente se presentó un aumento de 1.782.653 en el último trimestre del 2010 (octubre-diciembre 2010), que equivale al 4.15% respecto del trimestre anterior. Esto significa que prácticamente existe un celular por habitante. De acuerdo con las cifras de la Superintendencia, al término de 2010 hubo un incremento del 6.42% comparado con el número de celulares activos del mismo periodo en 2009, lo que muestra un aumento en 2.700.116⁴⁷.

Es por esto que organismos como la ONU al igual que diversas universidades de los cinco continentes y grandes empresas mundiales buscan estandarizar los procesos de reciclado globalmente para recuperar los componentes más valiosos de la basura electrónica, extender la vida de los productos y armonizar las legislaciones y políticas⁴⁸.

Desde el 2010 Santafé de Bogotá, puso en marcha una estrategia integral para que la basura electrónica que generan aparatos como celulares, computadores, impresoras y electrodomésticos tenga un proceso de reciclaje adecuado. Entre ellas se encuentran los planes para recoger celulares y consumibles de impresión como cartuchos y tóneres.

Por otro lado el gobierno colombiano, a través del Ministerio TIC y su Programa Computadores para Educar, y el Instituto Federal Suizo de la Prueba e Investigación en Materiales y Tecnologías (EMPA), firmaron un memorando de entendimiento para trabajar conjuntamente en el desarrollo de proyectos relacionados con la gestión de residuos eléctricos y electrónicos. El convenio

⁴⁷ EL ESPECTADOR.COM. En Colombia hay 44.725.636 teléfonos celulares, 25-Enero-2011, Consultado 5-Marzo-2012, <http://www.elespectador.com/tecnologia/articulo-246966-colombia-hay-44725636-telefonos-celulares>

⁴⁸ EL NUEVO DIARIO, Rivas, Julio César. Computadores producen montañas de desperdicios, 07-Marzo-2007, Edición: 9542 consultado el 25- Febrero-2012 <http://impreso.elnuevodiario.com.ni/2007/03/07/internacionales/43134>

pretende reducir el impacto sobre el medio ambiente que tienen los desechos de aparatos y equipos eléctricos y electrónicos, y que según estimativos del propio EMPA alcanzarían a 2013 entre 80.000 y 130.000 toneladas de computadores. A la fecha se ha gestionado y aprovechado más de 5.000 toneladas de desechos electrónicos, algo así como unas 350 camiones cargadas de esos materiales, que de no haber sido recuperados y dispuestos adecuadamente, hubieran ido a parar a basureros a cielo abierto o a corrientes de agua, generando contaminación⁴⁹.

Aunque no se han definido las medidas a implementar, algunas de ellas serían campañas para concientizar a la gente para que entregue sus equipos viejos, que todos los fabricantes mantengan y aumenten los puntos de recolección de aparatos y que, posteriormente, exista un proceso con alguna empresa que se dedique al tema para deshacerse de esta basura.

Actualmente en Colombia hay ausencia de políticas e iniciativas que asuman la prevención del posible impacto negativo sobre el medio ambiente, debido al aumento acelerado de este tipo de productos que caen rápidamente en desuso ante la sociedad de consumo. El acelerado proceso de desarrollo de la Industria Tecnológica ha instalado un nuevo problema social y ambiental: el manejo y control del incremento de equipos y componentes electrónicos en desuso y obsoletos, sumado a la poca cultura del mantenimiento y/o actualización como pilar inicial para garantizar el control adecuado de los sistemas de gestión de calidad y ambiental⁵⁰.

⁴⁹ REVISTA GOBIERNO, Colombia y Suiza firman acuerdo sobre residuos electrónicos, 29-junio-2012, Consultado 12-julio-2012, <http://www.revistagobierno.com/portal/index.php/mundo/25-medio-ambiente/11929-colombia-y-suiza-firman-acuerdo-sobre-residuos-electronicos>

⁵⁰ Cárdenas, Rubén Darío. E- basura: las responsabilidades compartidas en la disposición final de los Equipos electrónicos en algunos municipios del departamento de caldas, Vistos desde la gestión del mantenimiento y los procesos de gestión de Calidad, propuesta reglamentación disposición final aparatos Eléctricos y electrónicos RAEE en Colombia, Pag: 10, Manizales, Febrero 2010, trabajo de grado (Doctor en Ciencias de Ingeniería Electrónica y Master of Sciences Engineering Electronic), Atlantic International University.

Para concluir la basura electrónica es una gran fuente de recursos minerales, se caracteriza por su rápido crecimiento debido a la veloz obsolescencia que están adquiriendo los dispositivos electrónicos y por la mayor demanda de estos en todo el mundo, entre otros factores.

Anexo 2. Oro: Colores, Aleaciones y propiedades

Oro Amarillo de 18K = 1000 g de oro amarillo tienen 750 grs. De oro fino, 125 grs. De plata fina y 125 de cobre.

Oro Rojo de 18K = 1000 grs. De oro rojo contienen 750 g de oro fino y 250 g de cobre.

Oro Rosa de 18K = 1000 grs. De oro rosa contienen 750 g de oro fino 50 g de plata fina y 200 g de cobre.

Oro Blanco de 18K = 1000 g de oro blanco o paladio tienen 750 grs. De oro fino y de 100 a 160 g de paladio y el resto de plata fina.

Oro Gris de 18K = 1000 g de oro gris tienen 750 de oro fino alrededor de 150 de níquel y el resto de cobre.

Oro Verde de 18K = 1000 grs. De oro verde contienen 750 g de oro fino y 250 g de plata.

Oro Azul de 18K = 1000 grs. De oro azul contienen 750 g de oro fino y 250 g de hierro.

Se toma la medida en 100 g de oro como referencia:

Tabla 69: Aleaciones del Oro.

COLOR	ORO PURO	PLATA	COBRE	HIERRO
ORO BLANCO	75g	19.0 g	6.0 g	
MEDIO BLANCO	75 g	17.0 g	8.0 g	
AMARILLO CLARO	75 g	15.0 g	10.0 g	
AMARILLO	75 g	12.5 g	12.5 g	
ROSA	75 g	20.0 g	5.0 g	
ROJO CLARO	75 g	7.5 g	17.5 g	
ROJO	75 g	0.0 g	25.0 g	
VERDE	75 g	25.0 g	0.0 g	
GRIS	85/80 g	0.0 g	0.0 g	15/20 g
AZUL	75 g	0.0 g	0.0 g	25.0 g

Fuente: Autor

Tabla 70: Propiedades físicas de las aleaciones de oro.

QUILATES	COMPOSICION %		COLOR	DENSIDAD G/CM3	PUNTO DE FUSION °C
	PLATA	COBRE			
24	-	-	Amarillo	19.32	1064
18	16.0	9.0	Amarillo pálido	15.6	895-920
	12.5	12.5	Amarillo	15.45	885-895
	9.0	16.0	Rosa	15.3	880-885
	4.5	20.0	Rojo	15.15	890-895

Fuente: Autor

Tabla 71: Propiedades mecánicas de las aleaciones de oro.

QUILATES	COMPOSICION %, PESO		CONDICION	DUREZA HV	FORTALEZA DE TENSION N/mm2
	PLATA	COBRE			
24	-	-	Recocido	20	45
			Trabajado	50	200
18	12.5	12.5	Recocido	150	520
			Trabajado	212	810
	4.5	20.5	Recocido	165	550
			Trabajado	227	880

Fuente: Autor

Anexo 3: Plata

Tabla 72: Peso específico de las aleaciones de plata.

Aleaciones de Plata/Cobre	Peso específico
Plata fina 999	10,4900
Plata 950	10,3991
Plata 925	10,3543
Plata 905	10,3098

Fuente: Autor

Tabla 73: Propiedades de las aleaciones de plata.

Aleaciones de Plata/Cobre	Punto de Fusión	Dureza HV después de procedimiento	
Plata fina 999	961 °C	Recocida	22
		Deformada al frio	100
Plata 925	893 °C	Fundida	63
		Recocida	56
		Deformada	140/180
		Templada	110/120

Fuente: Autor

Anexo 4: Encuestas

1. Encuesta Usuarios.

Soy estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander y me encuentro realizando como proyecto de grado el Diseño y desarrollo de Accesorios sostenibles reutilizando metales preciosos; para lo cual requiero recopilar cierta información sobre clientes potenciales.



Edad: _____

1. ¿Qué metal prefiere?

ORO _ PLATA _

¿Por qué? _____

2. ¿Qué le gusta de los accesorios de vestir que usted usa?

3. ¿Qué cosas no le gusta?

4. ¿Cuántos días en promedio a la semana usa los accesorios?

1 día __ 2 día __ 3 día __ 4 día __ 5 día __ 6 día __ 7 día __

5. ¿En promedio cuánto tiempo de vida le da a una pieza?

Menos de 1 año __ De 1 a 3 años __ De 3 a 6 años __ De 6 a 10 años __

Más de 10 años __

6. ¿Qué hace con las piezas de oro y plata que ya no utiliza más?

2. Entrevista a joyeros empresarios y comerciantes

- **Presentación.**

Soy estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander y me encuentro realizando como proyecto de grado el Diseño y desarrollo de Accesorios sostenibles reutilizando metales preciosos; para lo cual requiero recopilar cierta información sobre clientes potenciales.



- **Entrevista**

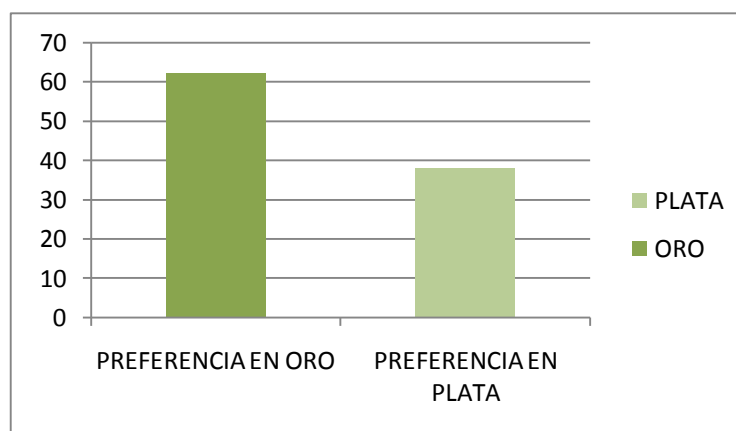
1. ¿Conoce usted algún tipo de joyería ecológica o joya amigable con el medio ambiente? ¿Si la conoce, cual?
2. ¿Cuáles son los canales comerciales más importantes para las joyas en la ciudad, la región o el departamento?
3. ¿Cuáles serán las tendencias de las joyas para este año?

Anexo 5: Conclusiones de encuestas y entrevistas

- Encuestas a usuarios

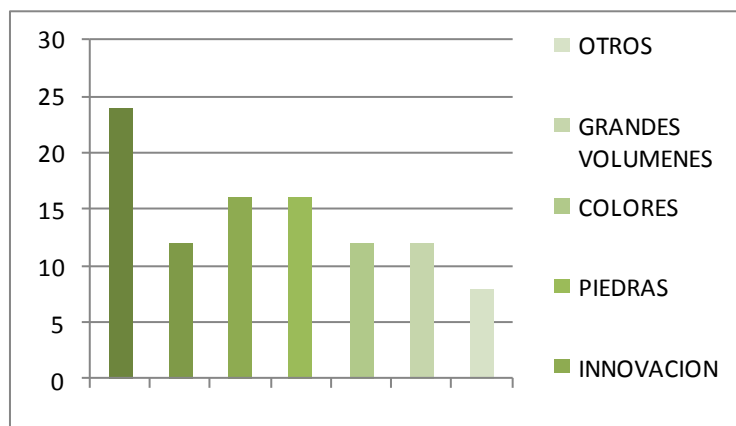
¿Qué metal prefiere?

Grafico 1: Metal de Preferencia.



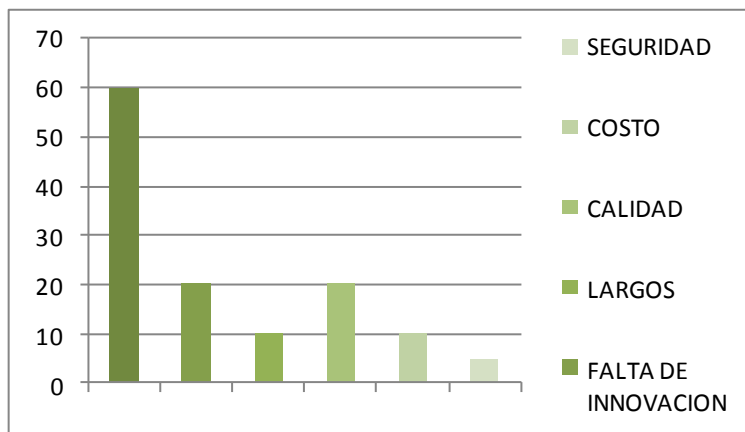
¿Qué le gusta de los accesorios de vestir que usted usa?

Grafico 2: Que le Gusta.



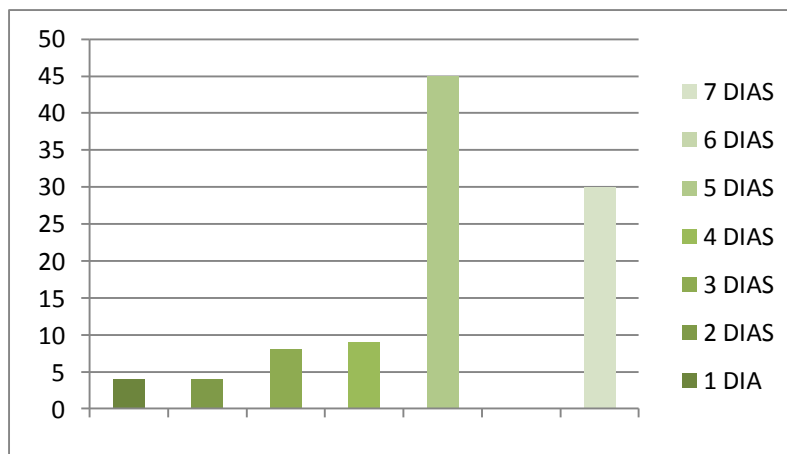
¿Qué cosas no le gusta?

Grafico 3: Que no le Gusta.



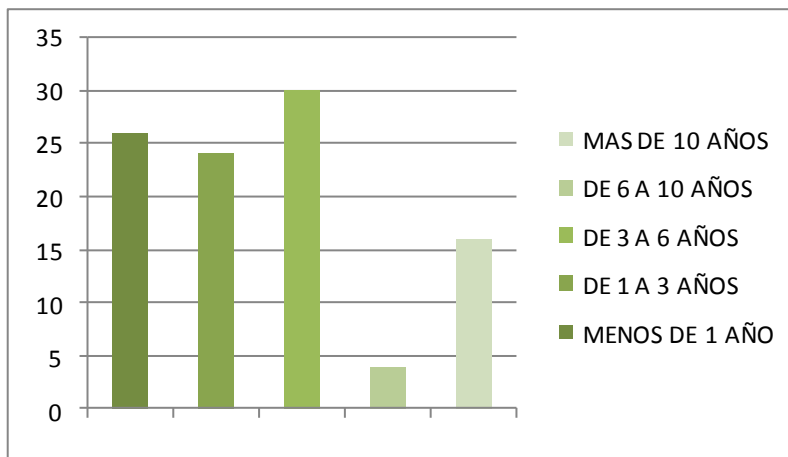
¿Cuántos días en promedio a la semana usa los accesorios?

Grafico 4: Cuantos días a la semana usa las Piezas de Joyería.



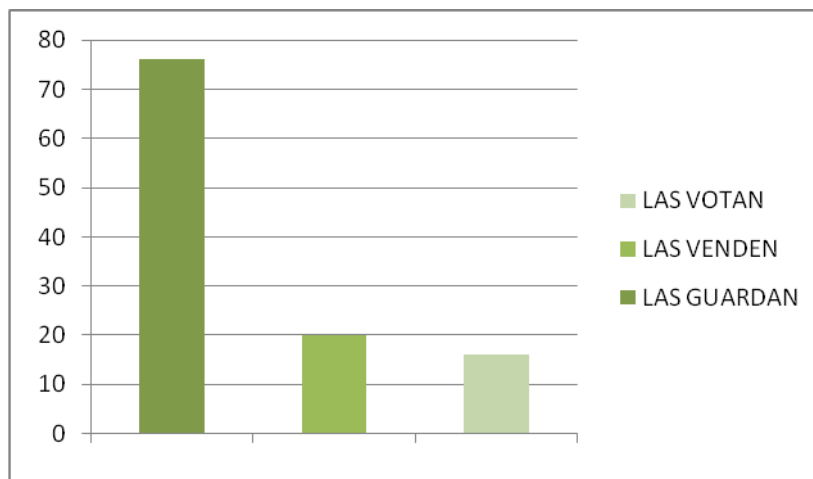
¿En promedio cuánto tiempo de vida le da a una pieza?

Grafico 5: Que Tiempo de Vida le Da a una Pieza de Joyería.



¿Qué hace con las piezas de oro y plata que ya no utiliza más?

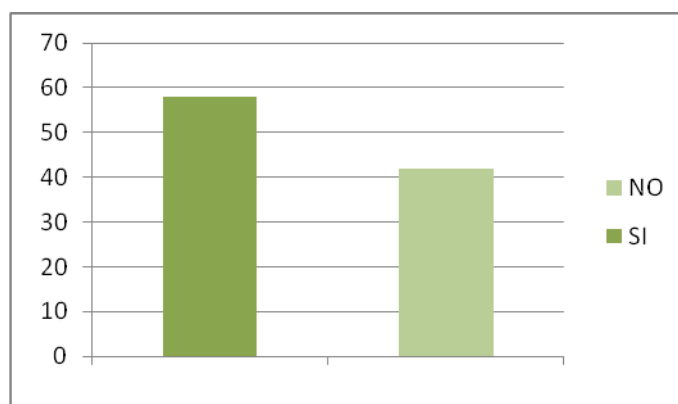
Grafico 6: Que hace con las Piezas de Joyería Cuando deja de Usarlas.



Entrevista a joyeros empresarios y comerciantes

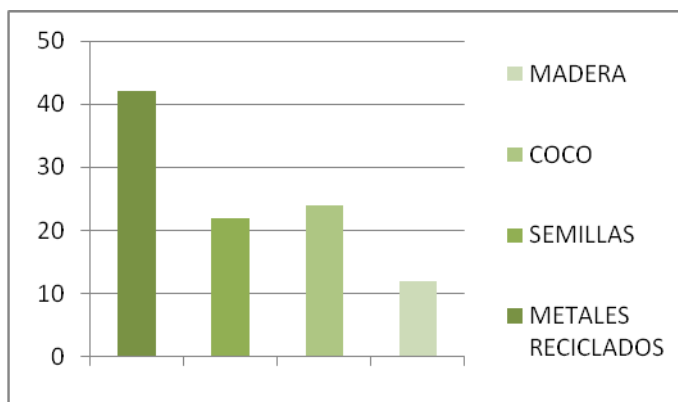
¿Conoce usted algún tipo de joyería ecológica o joya amigable con el medio ambiente?

Grafico 7: Conoce Joyería Ecológica.



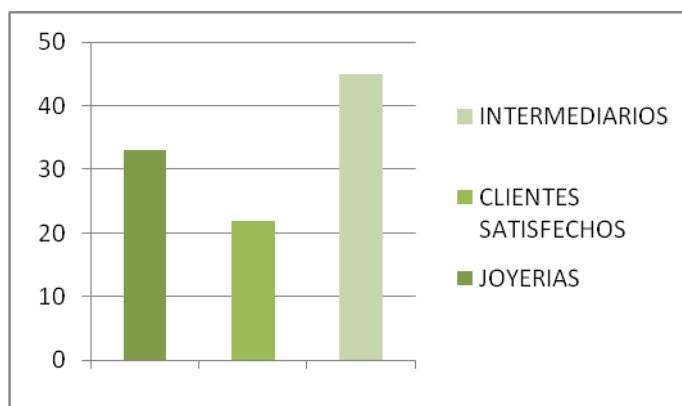
¿Si la conoce, cual?

Grafico 8: Cual Conoce.



¿Cuáles son los canales comerciales más importantes para las joyas en la ciudad, la región o el departamento?

Grafico 9: Que Canales de Distribución Conoce.



¿Cuáles serán las tendencias de las joyas para este año?

Grafico 10: Cual son las tendencias para el año.

