

APLICACIÓN DE LA BIÓNICA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MOBILIARIO
PARA ESPACIOS DE TRABAJO CON TENDENCIA MINIMALISTA

NATHALIA BOTERO VELÁSQUEZ

ADRIANA CADAVID MOSQUERA

UNIVERSIDAD EAFIT

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO

MEDELLÍN

2009

APLICACIÓN DE LA BIÓNICA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MOBILIARIO
PARA ESPACIOS DE TRABAJO CON TENDENCIA MINIMALISTA

NATHALIA BOTERO VELÁSQUEZ

ADRIANA CADAVID MOSQUERA

Proyecto de grado

Asesor:

José Fernando Martínez Cadavid

Ingeniero Mecánico Universidad Eafit

UNIVERSIDAD EAFIT

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO

MEDELLÍN

2009

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, Abril 24 de 2009

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias que han estado apoyándonos incondicionalmente durante todos estos años de carrera, y brindándonos sus enseñanzas de vida.

José Fernando Martínez, Ingeniero Mecánico, asesor del proyecto. Por su excelente colaboración y direccionamiento.

Pablo Naranjo, director de diseño de producto y Julián Zapata, diseñador de producto de la empresa Manufacturas Muñoz, por su colaboración y asesorías.

A las siguientes empresas: Manufacturas Muñoz, Tennis S.A., RTA Design, Feel Entertainment S.A., Cuatrosfera, CMYK. Por permitirnos realizar entrevistas y observaciones en su empresa.

Andrés Valencia, Director de Morfología de la Universidad Pontificia Bolivariana, por su colaboración y asesorías en Biónica.

Santiago Correa, doctor en Ingeniería mecánica, director del GRID y del GID de la Universidad EAFIT, por su colaboración y asesorías en Biónica.

Ever Patiño, diseñador industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, docente investigador de la facultad de diseño y jefe de la línea de investigación en morfología experimental de la facultad de diseño industrial, por su asesoría en biónica.

A las empresas Cobre y vidrio, Decorato S.A y Forinox, por su colaboración y asesoría en la manufactura del prototipo.

Sebastián Mejía, ingeniero administrador de la Escuela de Ingeniería de Antioquia, por su colaboración en el desarrollo de la prefactibilidad económica del proyecto.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de diseño de producto

Tabla 2. Matriz morfológica

Tabla 3. Relación de funciones y principio de solución seleccionado

Tabla 4. Valores de L y h para calcular la catenaria (1)

Tabla 5. Valores encontrados para la fórmula (1)

Tabla 6. Valores de L y h para calcular la catenaria (2)

Tabla 7. Valores encontrados para la fórmula (2)

Tabla 8. Posibles referentes y sus atributos

Tabla 9. Costeo producto

Tabla 10. Precio detallado del producto

Tabla 11. Ingresos del proyecto

Tabla 12. Resultados de la catenaria inclinada y catenaria larga

Tabla 13. Resultados de la Variación de la catenaria corta

Tabla 14. Perfil seleccionado para la estructura

Tabla 15. Perfiles empleados para la estructura

Tabla 16. Valoración de la factibilidad de producción

Tabla 17. Método de calificación.

Tabla 18. Matriz de visualización del concepto

Tabla 19. Materiales piezas del producto

Tabla 20. Procesos de producción de las piezas

Tabla 21. Especificaciones finales del producto

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. COMpod Lounge Series

Figura 2. Etapas

Figura 3. Etapa 1: Investigación

Figura 4. Etapa 2: Diseño conceptual

Figura 5. Selección de fases para la construcción de la metódica

Figura 6. Metódica biónica

Figura 7. Etapa 3: Desarrollo del concepto

Figura 8. Etapa 4: Selección del concepto

Figura 9. Etapa 5: Diseño de detalles

Figura 10. Etapa 6: Construcción de modelo funcional

Figura 11. Diagrama de herramientas utilizadas en las etapas 1, 2 y 3

Figura 12. Diagrama de herramientas utilizadas en las etapas 4, 5 y 6

Figura 13. Board usuario

Figura 14. Actividades comunes de los creativos

Figura 15. Elementos comunes que emplean los creativos

Figura 16. Empresas creativas visitadas y personal entrevistado

Figura 17. Elementos que consideran los usuarios que hacen falta en un puesto de trabajo

Figura 18. Elementos que consideran los usuarios que no se utilizan en el puesto de trabajo

Figura 19. Elementos que los usuarios utilizan en el puesto de trabajo

Figura 20. Nivel de satisfacción de los usuarios e inconformidades con la forma de la superficie de trabajo

Figura 21. Nivel de satisfacción de los usuarios e inconformidades con la forma del archivador

Figura 22. Nivel de satisfacción de los usuarios e inconformidades con los materiales y las texturas de la superficie de trabajo

Figura 23. Nivel de satisfacción de los usuarios e inconformidades con las dimensiones del puesto de trabajo

Figura 24. Flujo de personas dentro del puesto de trabajo

Figura 25. Medición de los factores que incentivan la creatividad

Figura 26. Exploración de los gustos del usuario con respecto al puesto de trabajo

Figura 27. Collage de muebles para oficina de empresas reconocidas de mobiliario

Figura 28. Votación por el mobiliario del Collage

Figura 29. Mobiliario de oficina preferido por los entrevistados

Figura 30. Módulos línea Mantis

Figura 31. Configuraciones a partir de los módulos de la línea Mantis

Figura 32. Oficina Feel Entertainment

Figura 33. Oficinas con superficies de trabajo rectas

Figura 34. Oficinas con superficies rectas configuradas en U

Figura 35. Oficina con superficies rectas configuradas en L

Figura 36. Análisis de aspectos antropométricos (1)

Figura 37. Análisis de aspectos antropométricos (2)

Figura 38. Análisis de aspectos antropométricos (3)

Figura 39. Análisis de aspectos antropométricos (4)

Figura 40. Sillas recomendadas

Figura 41. Caja negra de cada uno de los productos a diseñar

Figura 42. Estructura funcional de cada uno de los productos a diseñar

Figura 43. Estructura funcional de cada uno de los productos a diseñar

Figura 44. Seres naturales que cumplen con la función soportar

Figura 45. Portafolio de seres naturales que mejor cumplen con la función soportar

Figura 46. Esquema de análisis de seres naturales

Figura 47. Ejemplo del formato para el análisis de seres naturales

Figura 48. Mapa conceptual catenaria

Figura 49. Boards Catenaria

Figura 50. Catenaria para $L=70$ y $h=73$

Figura 51. Catenaria para $L=140$ y $h=73$

Figura 52. Gráfico resultante de catenaria invertida

Figura 53. Configuraciones de arcos catenarios funcionales

Figura 54. Metodología análisis formal

Figura 55. Mood board

Figura 56. Análisis formal y alfabeto visual de Apple

Figura 57. Análisis formal y alfabeto visual de las plantas

Figura 58. Board texturas y colores minimalismo

Figura 59. Productos competitivos

Figura 60. Productos competitivos mejor puntuados

Figura 61. Alternativa de diseño A

Figura 62. Alternativa de diseño B

Figura 63. Alternativa de diseño C

Figura 64. Comparación de 3 geometrías de catenaria en cuanto a Diámetro vs Esfuerzos

Figura 65. Resultados de esfuerzos para cada calibre en variación del diámetro

Figura 66. Resultados de deformaciones para cada calibre en variación del diámetro

Figura 67. Resultados de deformaciones para cada calibre en variación del diámetro

Figura 68. Imágenes análisis esfuerzos von – Misses para los casos 1.1 y 2.3

Figura 69. Imágenes análisis esfuerzos von – Misses para los casos 3.1, 4.2 y 5.3

Figura 70. Perfiles empleados para la estructura

Figura 71. Esfuerzos von-Misses detalle en zona critica

Figura 72. Deformaciones totales estructura, escala aumentada

Figura 73. Render del producto diseñado

Figura 74. Tipos de ensamble

Figura 75. Explosión para el sub ensamble 1 (ensamble estructura)

Figura 76. Explosión para el sub ensamble 2 (ensamble moneda con vidrio)

Figura 77. Explosión para el ensamble

Figura 78. Colores del producto

Figura 79. Modelo funcional escala 1:1

Figura 80. Modelo funcional escala 1:1

Figura 81. Medidas generales del producto y su relación con el usuario

Figura 82. Board usuario desarrollando las actividades más típicas en el puesto de trabajo

Figura 83. Descripción de la superficie de trabajo

Figura 84. Descripción de la estructura

Figura 85. Descripción recipiente multiusos

Figura 86. Modelo funcional escala 1:1

Figura 87. Configuraciones del puesto de trabajo por medio del modulo conector

Figura 88. Render configuraciones del puesto de trabajo por medio del modulo conector

Figura 89. Referente escogido

Figura 90. Planta Bambú convertida en imagen

Figura 91. Proceso de producción de la catenaria

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1: Estudio usuario
- Anexo 2: Estudio necesidades del usuario
- Anexo 3: Formato de observación
- Anexo 4: Tabulación entrevistas (Excel)
- Anexo 5: Collage muebles
- Anexo 6: Votación Collage
- Anexo 7: Ergonomía
- Anexo 8: Portafolio de seres
- Anexo 9: La catenaria
- Anexo 10: Cálculo de la catenaria
- Anexo 11: Análisis formal
- Anexo 12: Productos sustitutos nacionales e internacionales
- Anexo 13: Precios productos competitivos
- Anexo 14: Valoración de la factibilidad de producción
- Anexo 15: Valoración de la pre factibilidad económica
- Anexo 16: Cálculos en elementos finitos
- Anexo 17: Planos y render alternativa final
- Anexo 18: Psicología del color
- Anexo 19: Descripción del producto
- Anexo 20: Fotos del proceso de construcción del producto
- Anexo 21: Pruebas de concepto atreves de sesiones de grupo

GLOSARIO

Biónica: *Se entiende por Biónica el método para resolver por analogía problemas en Diseño, mediante el análisis de los entes naturales considerando cuatro aspectos en su orden: contexto, forma, estructura, y función, tratados bajo un enfoque sistémico de inferencias generador de procesos de pensamiento crítico. (Coronado, 2007)*

Empresas creativas: *Se refiere a once disciplinas; publicidad, diseño, moda (Designer fashion), fotografía, video, arquitectura y desarrollo de software por mencionar algunas. (Amaral, 2004)*

Minimalismo: *Corriente artística que utiliza elementos mínimos y básicos, como colores puros, formas geométricas simples, tejidos naturales, lenguaje sencillo, etc.*

Oficina abierta: *Se refiere a la concepción arquitectónica modular que elimina las divisiones y los muros formales inter-oficinas y propicia los espacios abiertos. (Fergusson, 1997)*

Oficina auto soportado (Freestanding): *Conocido también como Freestanding, sistema que se apoya en la mayor apertura del espacio para favorecer la comunicación entre los usuarios y por lo tanto incentiva el trabajo en equipo. (Machuca, 2008)*

Trabajo colaborativo: *Se define como procesos intencionales de un grupo para alcanzar objetivos específicos, más herramientas diseñadas para dar soporte y facilitar el trabajo; se presenta como un conjunto de estrategias tendientes a maximizar los resultados y minimizar la pérdida de tiempo e información en beneficio de los objetivos organizacionales. (Prendes, 2001)*

INTRODUCCIÓN

En el proyecto de grado “Estudio de la biónica como metodología aplicable en ingeniería de diseño de producto y su formalización a través de una propuesta de investigación del semillero HECAS – ID de la Universidad EAFIT”, realizado por las egresadas Lina María Méndez G. y Viviana Otálvaro G. en el año 2006; se propone implementar la biónica como metodología de diseño en el desarrollo de productos, con el fin de fomentar una técnica que está siendo aplicada tanto a nivel nacional como internacional, en el desarrollo de nuevas tecnologías dentro del campo del diseño y de la ingeniería.

Después de la investigación realizada, concluyeron que la aplicación de la metodología de la biónica en el diseño de productos, fortalece la creatividad, saliéndose de las soluciones convencionales y aumentando la eficiencia en el desempeño funcional del producto, al emplear principios de solución inspirados en la naturaleza.

Con la intención de seguir la recomendación propuesta en este trabajo de grado y de validar esta afirmación, se encontró un problema de diseño existente en el mercado, con el fin de aplicar la biónica como metodología de diseño y así demostrar que con esta metodología, se amplían las posibilidades y la creatividad propias de la mente del diseñador en el proceso de concepción de un producto nuevo.

Considerando que en Colombia se ha empezado a incursionar en el diseño de sistemas de oficina, en lugar de adaptar soluciones extranjeras a las necesidades particulares del mercado local (Revista Proyectodiseño, 2008), se optó por diseñar un puesto de trabajo que responda a las necesidades y formas de trabajo del país, además de seguir las tendencias mundiales que apuntan hacia el trabajo colaborativo.

Las formas de trabajo están evolucionando en el mundo entero, pero hay algo que se debe tener presente y es que según el tipo de empresa que se esté hablando, el trabajo evoluciona de determinada manera. Por tal razón se hizo una selección de un sector de interés, que presentara grandes dificultades en el desempeño de su trabajo por falta de

mobiliario que lograra satisfacer sus necesidades. El público objetivo identificado, al cual irá dirigido este proyecto, pertenece al sector de las empresas creativas.

Para alcanzar un diseño en el cual se dé una aplicación a la biónica, se solucione una necesidad específica y sea viable económicamente, es necesario considerar aspectos funcionales, morfológicos y de manufactura, así como las tendencias en el diseño. Actualmente, la tendencia que marca la parada en el diseño de muebles es la tendencia minimalista, en donde el criterio básico que rige el diseño es: “menos es más”.

El desarrollo del proyecto se presenta en seis capítulos, siguiendo con la metodología diseñada. El primero explica las generalidades del proyecto, como la descripción del problema y antecedentes. El segundo capítulo explica la metodología diseñada para el proyecto, espacio en el cual entra la biónica como metodología de diseño y las herramientas a utilizar en cada una de las fases. En el tercero, se muestran los resultados de cada una de las etapas presentadas en la metodología. En el cuarto capítulo se hace la descripción del producto. Finalmente en el capítulo cinco, se realizan las conclusiones y recomendaciones para el proyecto, enfocadas en el cumplimiento de objetivos, el producto y la metodología. En el sexto se respalda la investigación del proyecto con la bibliografía.

1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

En una investigación realizada por Herman Miller Inc. (2001), se plantea que en los últimos años muchos negocios han hecho cambios radicales en sus estructuras de organización y formas de trabajo. Para seguir siendo competitivas en los mercados mundiales cada vez más inestables, han experimentado con diferentes modelos de gestión y de organización. Pero después de algunos años de reestructuración, reducción de personal y de uso de espacio; las empresas se encuentran con filas de puestos de trabajo subutilizadas, pues sus ocupantes se reúnen en salas de reuniones, que en realidad son diseñadas para reuniones ocasionales de alto nivel. (Miller, 2001)

Hay quienes están respondiendo a las nuevas necesidades y modalidades de trabajo con el diseño de estrategias; la mayoría de las alternativas son conservadoras, manteniendo el enfoque tradicional de una persona - una oficina, pero reduciendo el tamaño de las oficinas individuales con el fin de liberar espacio para áreas de reunión del equipo y salones de proyecto. Las soluciones más radicales eliminan por completo las oficinas individuales, dividiendo el espacio de la empresa en centros de trabajo que apoyan a diferentes funciones como la reunión, la formación y la investigación, así como el trabajo individual. Johnson (2000) afirma que los entornos abiertos fomentan los procesos y comportamientos favoreciendo el libre flujo de la comunicación y el intercambio espontáneo. A medida que las organizaciones se reestructuren a sí mismas para reflejar una nueva forma de trabajar, mayor será la colaboración y el trabajo en equipo. El antiguo espacio de trabajo basado en título / estatus está dando paso a espacios de trabajo basados en la función. El cambio también apoya una estructura más plana, más igualitaria, eliminando los marcadores de estatus asociados con la "fila de ejecutivos". En medio de estos dos extremos, están surgiendo una serie de alternativas para la oficina de grupos e individuos. Algunas empresas han tratado una serie de estas alternativas, ya sea

simultánea o sucesivamente, pues han descubierto que uno de los resultados de la "mejora continua" es un continuo cambio. (Miller, 2001) "Investigaciones muestran que las nuevas tecnologías y estilos de trabajo tienen un efecto directo en la forma en que las personas utilizan el espacio. Así como antes los empleados pasaban la mayoría de su tiempo detrás de su mesa, hoy se mueven y utilizan los espacios de trabajo más libremente realizando actividades como: breves reuniones creativas, coffee breaks, sesiones de brainstorming o conversaciones relajadas. Como resultado de ello, muchas de las mejores ideas se producen en situaciones espontáneas no convencionales. En la mayoría de las empresas, estos espacios cruciales pero infrautilizados ocupan hasta el 30% de la superficie total. B Free Lounge de Steelcase, es la primera familia de mobiliario que invierte esa ecuación, convirtiendo las zonas "muertas" de la oficina en espacios que facilitan las interacciones y, como consecuencia de ello, maximizando su potencial para una organización. B Free Lounge reconoce que el trabajo es una actividad social. Las áreas de trabajo que crea ayudan a fomentar la comunicación, la colaboración y el aprendizaje, facilitando reuniones casuales que favorecen el flujo de información." (Steelcase, 2006)

Atrás quedaron los espacios para trabajar recargados con grandes escritorios de pesadas maderas, de patas curvas y puertas cerradas por doquier con carteles especificando cargos. Ahora, la tendencia minimalista ofrece la oportunidad de representar profesionalismo y seriedad desde otra perspectiva. Los muebles que el mercado ofrece para complementar el estilo minimalista en los lugares de trabajo tienen la ventaja de que son a la medida de las necesidades espaciales, pues muchos de ellos son modulares y pueden diseñarse en vertical; es natural entonces crear nuevas estaciones de trabajo rápidamente sin incomodar al resto del personal. El estilo Loft y el Lounge se están haciendo presentes con más frecuencia en la oficina moderna. (Chacón, 2007)

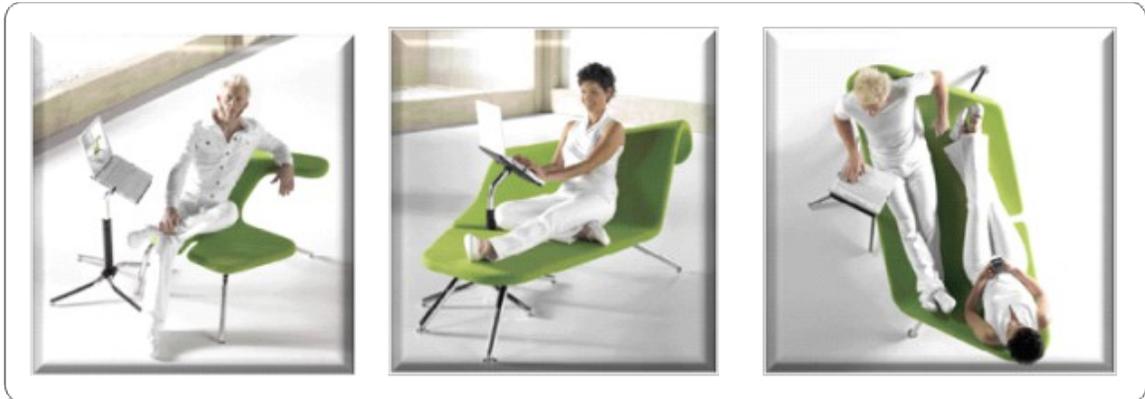
"Así como, hoy en día, las empresas más rentables son aquellas que tratan mejor a sus recursos humanos, los ambientes de trabajo evolucionaron a modelos más humanos, más atractivos, donde la decoración se convierte en una metáfora del *trabajo como razón de vivir y disfrute*. La decoración de los ambientes de trabajo también responde a un ideal de libertad, donde las ideas y la interacción pueden fluir libremente: colores suaves, mobiliario lounge, una iluminación sugerente y mueble que invitan al reposo y la charla distendida." (Luv, 2008)

“La tendencia mundial de las oficinas, incluyendo Colombia, es la de humanizar los diseños y las propuestas. Esto significa que los diseñadores actuales de muebles para oficina se están alejando del concepto clásico lineal de la arquitectura dominante, fuerte y rígida, para proponer contornos más circulares, propios de la naturaleza ambiental y humana en las que ninguna forma es totalmente recta, que generen diseños acoplados a un sistema ambiental de oficina más amable con el trabajador y que favorezcan las sensaciones de tranquilidad y descanso.” (Colorado, 2007)

Para obtener como resultado un mobiliario orgánico, la biónica se presenta como una herramienta de diseño para desarrollar este tipo de mobiliario que la tendencia exige, proporcionando una gran cantidad de soluciones tanto ingenieriles como estéticas, permitiendo llegar a nuevas propuestas. A pesar de ser la biónica una fuente de diseño, son pocas las aplicaciones que se le han dado a esta rama en el desarrollo de productos. En el año 2006, se desarrollo en el semillero HECAS-ID para la Universidad EAFIT, un proyecto de grado basado en la biónica como metodología aplicable en Ingeniería de Diseño de producto, que se consideró como el punto de partida de la línea de investigación en biónica dentro del departamento de Ingeniería de Diseño. Sin embargo, solo hasta el presente año se está dando aplicación a las investigaciones realizadas por el grupo, a través del desarrollo de dos proyectos de diseño aplicando la biónica. Con la aplicación de la biónica se puede llegar a un resultado de diseño que proponga una nueva reestructuración de oficina, donde la misma naturaleza ayude a plantear nuevas formas de trabajo, ya sea espacios abiertos y/o arquitectura más orgánica.” (Sierra, 2005)

Para responder al llamado de nuevas propuestas de diseño, Davis Furniture Inc. (2005) estableció un concurso de estudiantes solo para ver cuáles iban a ser las ideas de la próxima generación, pues los profesionales jóvenes del mañana, tienen un concepto diferente sobre la oficina y qué tipo de mobiliario va a conformar el ambiente de trabajo. Philipp Haselwander fue el estudiante ganador con su diseño COMpod Lounge Series, compuesto por cuatro piezas, considerado como un único rango de mobiliario, el cual va más allá de todas las percepciones de trabajo. Este mobiliario propone cambios espontáneos del trabajo intensivo a las actitudes relajadas y su forma orgánica refuerza un proceso de pensamiento creativo. Está demostrado que el diseño de la oficina y el mobiliario que lo compone tiene una influencia sobre la eficiencia en el desarrollo de las actividades y el proceso de creatividad. (Gensler, 2006)

Figura 1. COMpod Lounge Series



F

Fuente. Davis Furniture

“Un buen diseño de la oficina equivale a una mayor productividad en el trabajo”, según se hace eco la American Management Association en su artículo [“Productivity and office design”](#) 2006 basándose en un estudio realizado por la prestigiosa firma de arquitectura, [Gensler](#). En él se demuestra la estrecha relación existente entre la decoración de la oficina y la creatividad. El 90% de los gerentes en USA opina que sus empleados podrían realizar un 21% más de trabajo, si su oficina estuviera mejor distribuida y decorada. Se está creando conciencia de la necesidad de cambiar el entorno de trabajo para mejorar la productividad.

La gran mayoría de compañías están viviendo este proceso de renovación, no obstante, las empresas “creativas” son las más abiertas a estos cambios. Las industrias creativas se han convertido en uno de los sectores más dinámicos de la economía mundial al brindar amplias posibilidades de desarrollo cultural, social y económico. El comercio internacional de bienes y servicios creativos experimentó un pronunciado aumento al pasar de 234.800 millones de dólares de los EE.UU. en 1996 a 445.200 millones en 2005, según cifras preliminares de la UNCTAD. Las cifras muestran que entre 2000 y 2005 ese comercio registró un crecimiento anual medio sin precedentes del 8,7%. Ello refleja el alcance económico y cultural de las industrias creativas, que abarcan el patrimonio cultural, las artes, los medios de comunicación, el diseño y los servicios creativos. (UNCTAD, 2008)

En Inglaterra, durante el 2002, se publicó un estudio realizado por GLA Economics, dependiente de la [London Development Agency](#), que daba cuenta del tamaño y características de la “Industria Creativa” llamado; “Creativity; London’s Core Business”. La industria creativa, representa para UK el 40% del empleo, uno de cada siete trabajos corresponde al sector creativo y crece más rápido que todas las demás industrias a excepción de “Financial y Business Services. (Amaral, 2004)

Aunque los países desarrollados siguen dominando el mercado mundial de productos creativos, las exportaciones de bienes creativos de los países en desarrollo experimentaron un pronunciado incremento, al pasar de 55.900 millones de dólares de los EE.UU. en 1996 a 136.200 millones en 2005. En un estudio reciente preparado por la Comisión Europea, se indica que en Europa la economía creativa crece un 12% más rápido que el resto de los sectores económicos, y en 2004, dio lugar a 4,7 millones de puestos de trabajo. Las denominadas ciudades creativas proliferan, en particular en Europa y América del Norte, revitalizando con ello el crecimiento socioeconómico y generando empleo en las zonas urbanas posindustriales. (UNCTAD, 2008)

“El concepto de economía creativa es reciente y sigue evolucionando, pero refleja la idea de que los bienes creativos pueden generar crecimiento económico, creación de empleo e ingresos de exportación y al mismo tiempo, promover la inclusión social, la diversidad cultural y el desarrollo humano. En la Conferencia Ministerial de São Paulo (XI UNCTAD), organizada en 2004, se hizo un llamamiento a la comunidad internacional para que ayudase a los países en desarrollo a fomentar, proteger y promover sus industrias creativas.” (UNCTAD, 2008)

1.2 JUSTIFICACIÓN

El cambio de las formas de trabajo de las empresas tiene que ir acompañado de un cambio en el diseño de sus oficinas. Si comparamos una oficina de los años '70 con una de la actualidad, lo primero que llama la atención es que la tendencia entonces era aislar las zonas y despachos de los directivos del resto de la plantilla. La realidad actual, caracterizada por la velocidad de los negocios y estructuras jerárquicas más planas en las compañías, ha propiciado espacios en los que los directivos puedan tener una comunicación más rápida, rica, fluida, transparente y abierta entre ellos y sus empleados. De ahí las nuevas tendencia a través de espacios abiertos más accesibles al resto de los empleados. La tendencia actual y a largo plazo deja ver que la calidad de los espacios laborales de la oficina actual está siendo reorientada por los diseñadores e industriales del mueble hacia un mejoramiento integral que considera al trabajador y al hombre más allá del trabajo, teniendo en cuenta sus necesidades, gustos y vida privada. (Edelberg, 2008)

Como diseñadores, debemos responder a este cambio que sugieren los expertos en cuanto a la oficina de hoy, de manera que se promueva la eficacia de los empleados, el bienestar, la comunicación, la colaboración, el aprendizaje, la cohesión social, la creatividad, la sensación de tranquilidad y el descanso. Como se expone, este cambio no sólo es a nivel arquitectónico y organizacional, sino también al mobiliario que conforma el espacio de trabajo. De esta forma, las últimas tendencias demuestran que los muebles de diseño no sólo no están reñidos con el bienestar del trabajador, sino que lo potencian. Las nuevas propuestas tienen en cuenta que la oficina es el lugar donde más horas pasamos al cabo del día y por este motivo todos los diseñadores apuestan por crear entornos acogedores, tranquilos, que reduzcan el estrés y aumenten la productividad de los trabajadores. (Ofitec, 2006)

Se debe recordar al momento de reorganizar o amoblar una oficina que esos espacios hablan de la filosofía y visión que la empresa desea proyectar. Sin embargo, también hay que tener presente que las compañías, sin importar su tamaño o sector económico, son ante todo las personas que laboran para ella y palabras como ergonomía, comodidad,

iluminación y flexibilidad hacen que el empleado ofrezca lo mejor de su experiencia y profesionalismo. (Chacón, 2007)

La tendencia minimalista permite brindarle a los trabajadores todas estas experiencias, pues es una propuesta donde los productos son versátiles, regulables y con mecanismos sincronizados; todo ello para facilitar la eliminación de barreras con objeto de obtener una comunicación fluida entre los empleados. Los ambientes que proporciona el minimalismo tienen equilibrio y armonía, brinda un entorno armónico funcional, fuera del concepto de exceso, saturación y contaminación visual. (Diario Rio Negro, 2006)

Empresas reconocidas en el mundo, tales como Google y Globant, por mencionar algunas, proponen espacios con un estilo lounge, donde la gente se siente seducida para ir a su trabajo y se siente cómoda. Para esto han creado espacios que fomenten la creatividad, en los cuales se puede trabajar y divertirse en un mismo lugar.

Las empresas creativas serán el público objetivo del proyecto a realizar, pues considerando el rápido crecimiento de las empresas creativas en la economía global y su contribución de manera significativa al PIB de muchos países en vías de desarrollo; se convierte en un sector económico atractivo. Se calcula que el valor de mercado mundial de las industrias creativas se incrementará para alcanzar \$1.3 trillones, a partir de los \$831 billones que representó en el año 2000, lo que significa una tasa de crecimiento anual bruta de más de 7 por ciento. A escala mundial, las industrias creativas aportan por encima del 7 por ciento del producto interno bruto del mundo (UNCTAD 2004). Estas industrias son ya en la actualidad un sector económico líder en los países de la OCDE, con tasa de crecimiento anual de entre 5 y 20 por ciento (U.E. 2003). No obstante, el proyecto estará enfocado en este mercado no sólo por el acelerado crecimiento que demuestra, sino también por ser este un público con una mentalidad más abierta.

Además de solucionar un problema de diseño presente en el mercado global, se considera importante aplicar la biónica como metodología de diseño y de esta forma validar la investigación realizada en el departamento de diseño HECAS-ID, demostrando así la viabilidad de la aplicación de esta rama de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de productos.

A partir del desarrollo de este proyecto de grado, se logra tener una visión más global de lo que puede ser una oficina de trabajo y como ésta puede influir en el desempeño de los empleados, mostrando así como la creatividad no está sólo dirigida a los productos sino a la forma de trabajar. (Manzano, 2003)

Desarrollar este proyecto es una gran oportunidad para aplicar todas las áreas de conocimientos aprendidas a lo largo de la carrera IDP, generando así, una excelente oportunidad de demostrar las capacidades y habilidades con las que un Ingeniero de Diseño de Producto se puede desenvolver dentro de la vida laboral.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar y fabricar el modelo funcional de un puesto de trabajo, aplicando los aspectos funcionales y formales que la biónica, como metodología de diseño, propone para generar espacios que favorezcan la creatividad de personas que laboran en “empresas creativas”.¹

1.3.1 Objetivos específicos

- Realizar una investigación sobre las formas de trabajo, la influencia tanto del mobiliario como del entorno en las empresas creativas y la tendencia minimalista, por medio de revisión de papers, libros, revistas, internet, e investigaciones de campo para identificar las especificaciones de diseño del producto.
- Investigar sistemas biológicos, analizando los fundamentos básicos de la biónica aplicada al diseño de productos: forma, función, estructura y contexto, a través de boards y alfabetos visuales, para seleccionar un referente formal y funcional.
- Aplicar el diseño conceptual, elaborando la caja negra y estructura funcional, con el objeto de abstraer la función principal.
- Construir un modelo funcional escala 1:1, que permita verificar el cumplimiento de las necesidades y deseos del usuario.

¹ Empresas creativas: se refiere a once disciplinas; publicidad, diseño, moda (Designer fashion), fotografía, video, arquitectura y desarrollo de software por mencionar algunas. Amaral, 2004

- Realizar pruebas de concepto, implementando la técnica de sesiones de grupo, para conocer las opiniones del mercado sobre el producto y pronosticar la viabilidad de este.

1.4 ALCANCE Y PRODUCTOS

Al finalizar el proyecto de grado se tendrán los siguientes entregables:

Un modelo funcional apto para pruebas técnicas y de usuario en escala 1:1.

El Informe final de proyecto de grado con los siguientes contenidos:

- Memorias del proceso de diseño y de la aplicación de la metodología de la biónica
- Planos de ingeniería
- Memorias de cálculo
- Análisis de pre-factibilidad económica, suponiendo las capacidades instaladas de una pequeña empresa perteneciente al sector mobiliario

Un artículo académico en el cual se sintetiza el proceso desarrollado y los resultados obtenidos del presente proyecto de grado.

2 METODOLOGÍA

Se empleó una metodología que combina diferentes aspectos de las metodologías propuestas por autores como, Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger y Stuart Pugh. Además, se incluyó la biónica como metodología de diseño, con el fin de demostrar la aplicabilidad de esta en el desarrollo de productos, dando así continuidad al proyecto de grado “Estudio de la biónica como metodología aplicable en ingeniería de diseño de producto y su formalización a través de una propuesta de investigación del semillero Hecas-ID de la universidad EAFIT”, realizado por las egresadas de ingeniería de diseño de producto Lina María Méndez y Viviana Otálvaro.

La metodología implementada en el proyecto, estuvo compuesta por seis etapas que se muestran en la Figura 2.

Figura 2. Etapas

Fuente. Elaboración Propia

2.1 ETAPA 1: INVESTIGACIÓN.

Durante esta etapa se planeó el proyecto, se estudió al usuario y se definió concretamente el problema de diseño. En primera instancia se consultó sobre biónica, espacios de trabajo, tendencia minimalista y empresas creativas, con el fin de ampliar conocimientos. Posterior a esto, se identificaron los usuarios líderes y se realizaron diversos análisis de estas personas en su puesto de trabajo, buscando encontrar la necesidad específica a solucionar. El resultado de esta fase es el principio de misión del proyecto, la especificación del mercado objetivo para el producto, objetivos y limitaciones. En la Figura 3 se presenta el esquema de la etapa descrita.

Figura 3. Etapa 1: Investigación

Fuente. Elaboración propia

2.2 ETAPA 2: DISEÑO CONCEPTUAL.

En esta etapa se desarrollo la síntesis funcional y formal del producto, para lo cual se investigaron y analizaron varios sistemas biológicos. Con el fin de seleccionar el sistema biológico que mejores soluciones ofreciera a un problema específico, se realizó una matriz morfológica, a través de la cual se seleccionó el referente a utilizar. Después de esto se procedió a analizar el sistema biológico por medio de boards, alfabetos visuales y abstracciones de tipo morfológico, funcional y estructural. En la Figura 4 se expone la etapa 2.

Figura 4. Etapa 2: Diseño conceptual

Fuente. Elaboración propia

2.2.1 Metodología biónica

Para aplicar la biónica como metodología de diseño y desarrollo de productos, se tuvieron en cuenta las propuestas de diferentes autores; de las cuales se seleccionaron las fases más relevantes que permitieran obtener los resultados necesarios para darle una aplicación a la biónica en el diseño, considerando aspectos funcionales, formales y estructurales. Los autores consultados fueron Pahl y Beitz (2007), Méndez y Otálvaro (2006), Rojas y Saldarriaga (2008), Stephen (2002), Wagensberg (2005) y Patiño (2005). En la Figura 5, se muestran las fases seleccionadas de cada una de las metodologías propuestas, los autores y las bibliografías de donde fueron abstraídas. Como criterio de selección de estas fases, se pensó en escoger las que arrojaron los resultados más significativos y concretos posible para el proceso de aplicación de la biónica en el desarrollo de productos. A partir de las fases seleccionadas de los autores mencionados, se planteó una nueva metódica como resultado de la combinación de todas.

Figura 5. Selección de fases para la construcción de la metódica

Fuente. Elaboración propia

A estas fases se les dio un orden, creando así una metódica particular para aplicar la biónica en el diseño de productos. Para complementar las fases propuestas por los diferentes autores, se diseñó un cuadro en donde se visualiza la función, el portador y la forma de solucionar esto con lo que ofrece la ingeniería. El orden que se asignó a cada una de estas fases fue pensando en el orden lógico que se sigue usualmente cuando se va a solucionar un problema de diseño; es un reflejo de la metodología comúnmente utilizada en el desarrollo de un producto, en donde debe solucionarse un problema específico. Las etapas que se siguen normalmente en el diseño de un producto son las siguientes: Primero se identifica el problema a solucionar, posterior a esto se buscan las posibles soluciones, después se profundiza más en el problema, encontrando posibles soluciones para problemas específicos, se visualizan las mejores soluciones para cada uno de estos problemas y se evalúan para escoger el mejor camino a seguir; teniendo ya una solución elegida se entra a estudiarla más profundamente. (Cross, 1999) En la Figura 6 se muestran detalladamente las etapas de la metodología de la biónica.

Figura 6. Metódica biónica

Fuente. Elaboración propia

2.3 ETAPA 3: DESARROLLO DE CONCEPTO.

En esta fase se identificaron las necesidades del mercado objetivo, se analizaron los productos competitivos tanto a nivel nacional como internacional y se desarrollaron conceptos de diseño aplicando la bionica, de los cuales se seleccionaron tres alternativas. Para estos diseños, se seleccionaron los materiales adecuados para cada pieza, se valoró la factibilidad de producción y además, se hizo un análisis en elementos finitos para cada una de las posibles configuraciones de arcos catenarios como estructuras, con el fin de seleccionar la alternativa que mejor se desempeñara ante cargas y esfuerzos. En la Figura 7 se detalla el proceso de desarrollo del concepto.

Figura 7. Etapa 3: Desarrollo del concepto

Fuente. Elaboración propia

2.4 ETAPA 4: SELECCIÓN DEL CONCEPTO.

En esta fase se definieron los criterios de selección del concepto, teniendo presente los requerimientos del PDS. Por medio de una matriz de visualización del concepto, se eligió la alternativa que mejor cumplía con estos requisitos. En la Figura 8 se describe el proceso que se siguió en la etapa 4.

Figura 8. Etapa 4: Selección del concepto

Fuente. Elaboración propia

2.5 ETAPA 5: DISEÑO DE DETALLES.

En esta etapa se definió la geometría de las partes, las piezas estándar, los tipos de ensamble, los materiales a utilizar en cada una de las partes, sus respectivos acabados y los procesos de producción. Adicional a esto se definieron los colores a aplicar en el mobiliario. En la Figura 9 se presenta el proceso seguido en el diseño de detalles.

Figura 9. Etapa 5: Diseño de detalles

Fuente. Elaboración propia

2.6 ETAPA 6: CONSTRUCCIÓN DE MODELO FUNCIONAL.

Etapa en la que se llevó a cabo la construcción del modelo funcional apto para pruebas técnicas y de usuario. Las pruebas aplicadas a este modelo fueron pruebas de concepto, las cuales se hicieron con el fin de verificar que se cumplieron de manera adecuada las necesidades del cliente por medio del concepto del producto. La Figura 10 muestra el esquema de la metodología y el alcance de la etapa.

Figura 10. Etapa 6: Construcción de modelo funcional

Fuente. Elaboración propia

En las figuras 11 y 12, se presenta el diagrama de herramientas utilizadas en cada una de las etapas y la respectiva referencia bibliográfica en donde fue consultada; todas estas herramientas fueron adquiridas en el proceso de formación profesional.

Figura 11. Diagrama de herramientas utilizadas en las etapas 1, 2 y 3

Fuente. Elaboración propia

Figura 12. Diagrama de herramientas utilizadas en las etapas 4, 5 y 6

Fuente. Elaboración propia

3 RESULTADOS

3.1 RESULTADOS ETAPA 1

3.1.1 Estudio usuario

Los usuarios se clasificaron dentro de las siguientes ramas del diseño: Diseñadores industriales, ingenieros de diseño de producto, diseñadores gráficos, publicistas, diseñadores de moda, arquitectos, fotógrafos y diseñadores de eventos. Teniendo en cuenta la definición presentada en el glosario del término “empresas creativas”, se asignó dicho término al conjunto de las profesiones anteriormente listadas.

Aunque todos los usuarios pertenecen al sector de las empresas creativas, cada uno de estos tiene un perfil diferente en cuanto a su formación. Sin embargo comparten ideologías, costumbres y gustos, además de realizar un gran número de actividades comunes.

Para conocer las actividades que desempeñan las personas creativas en su puesto de trabajo, se hizo una investigación de las tareas que puede tener cada uno de estos profesionales en un día típico de trabajo. Para obtener esta información, se entrevistaron personas pertenecientes a cada una de estas profesiones, además, se recurrió a los portales Web de diferentes universidades del país para conocer el perfil de cada uno de estos profesionales.

Con el fin de diseñar un puesto de trabajo que lograra satisfacer, en la mayor medida, todas las necesidades de estos usuarios, de manera que se les pudiera brindar el espacio adecuado para desarrollar cada una de estas tareas, se agruparon las actividades comunes entre todos los profesionales.

Para complementar esta investigación, se le preguntó a cada una de las personas entrevistadas, cuáles son los elementos que utiliza normalmente en el puesto de trabajo.

De igual forma, se identificaron los elementos comunes que emplean las personas creativas para desarrollar sus actividades, de tal forma que se pudiera considerar un espacio dentro del puesto de trabajo para cada uno de estos objetos. Para ver los formatos de las entrevistas y las respuestas de los entrevistados, ver Anexo 1.

A continuación se presenta el perfil de cada tipo de persona creativa según la profesión.

- **Diseñador industrial:** Un investigador metódico y constante de los cambios, las necesidades, las expresiones, los requerimientos y las tendencias del contexto en sus dimensiones social, tecnológica e industrial para identificar nuevas oportunidades de mercado; innovador capaz de sintetizar y formalizar productos industriales como soluciones a los problemas con una visión prospectiva. Un diseñador que contribuye activamente en proyectos de carácter inter, trans y multidisciplinarios, que concibe, planea, desarrolla, gerencia y administra recursos para lograr proyectos de productos y servicios con eficacia para la industria con una visión del diseño industrial centrada en el usuario. (Universidad Pontificia Bolivariana)
- **Ingeniero de diseño de producto:** Capaz de sintetizar y transformar con creatividad la cultura y las tendencias, diseñando y desarrollando productos innovadores. Es un profesional que propone innovaciones de forma, materiales, uso y fabricación de los productos manufacturados, de manera que puedan ser comercializables y compitan exitosamente en los mercados nacionales e internacionales. (Universidad Eafit)
- **Publicista:** Profesional idóneo para satisfacer las necesidades de clientes y consumidores, en un mundo que exige, cada día más, el conocimiento de nuevos lenguajes a fin de crear mensajes que permitan llevar productos y servicios hasta su destino final: el consumidor. Como creativo estratégico formado en las áreas de publicidad, marketing, diseño, administración, investigación y producción audiovisual, es un humanista capaz de sintetizar para seducir. (Universidad Pontificia Bolivariana)
- **Diseñador de vestuario:** Diseñador que sustenta el acto de vestir, siendo un investigador capaz de leer y analizar de manera crítica, los requerimientos y las

tendencias del contexto en todas sus dimensiones, para la generación y el desarrollo del conocimiento. Un creativo que percibe e imagina la tecnología como punto de partida para la generación de elementos que ofrezcan al sector textil y a la sociedad escenarios de evolución que redunden en calidad de vida. (Universidad Pontificia Bolivariana)

- **Arquitecto:** Sensible a lo social, ambiental y a las diversas formas de expresión cultural; capaz de percibir, contextualizar y analizar con sentido crítico las necesidades humanas en general y específicamente aquellas referidas a la carencia o deficiencia del espacio habitable. Capaz de sintetizar y materializar sus ideas y reflexiones por medio de códigos y recursos propios del lenguaje arquitectónico, exaltando siempre los valores culturales del medio donde se desarrolle su obra, con el fin de desarrollar espacios físicos habitables, ya sean urbanísticos o edificatorios. (Universidad Pontificia Bolivariana)

- **Diseñador gráfico:** Investigador, lector del contexto, capaz de definir demandas y solicitudes de carácter comunicativo, creador con pensamiento crítico sistémico e innovador, conocedor y generador de nuevos procesos perceptivos, cognitivos y operativos en la relación del usuario con el producto gráfico; materializador, capaz de expresar sus ideas de manera gráfica, clara e inteligible, gestor de proyectos gráficos con alto valor agregado desde su creación hasta su implementación. (Universidad Pontificia Bolivariana)

- **Fotógrafo:** Inquieto por el arte, vive, respira, habla y refleja arte; cada momento es susceptible de ser registrado; son alegres, espontáneos y tranquilos, se deja guiar por los sentimientos y las emociones. Apasionado por la imagen, el color, y el espíritu de lo natural, maneja un lenguaje visual mágico que despierta reacciones, sueños y pasiones. Busca expresar ideas que generen sensaciones en las personas, que motiven a cambios sociales y que reflejen situaciones. (Colegio Universitario de Alajuela. Costa Rica)

- **Diseñador de eventos y producción:** Creativo y logístico, capaz de implementar lo último en tecnología en la realización de eventos. Conocedor del mercado, interpretador de los gustos del público y de las tendencias mundiales. Busca realizar eventos masivos, que lleven a las personas a vivir experiencias únicas, a partir del manejo del sonido, las imágenes, la ambientación y la energía transmitida al público. (Politécnico Jaime Isaza Cadavid)

En la Figura 13, se muestran los diferentes tipos de personas creativas desarrollando actividades comunes de su profesión en el puesto de trabajo; en donde se resaltó el trabajo en equipo como factor fundamental para estas personas. No obstante, el trabajo individual es necesario para llevar a cabo determinadas tareas que requieren mayor concentración, por lo cual las personas suelen aislarse para realizar ciertas actividades.

Figura 13. Board usuario



Fuente. Elaboración propia

Figura 14. Actividades comunes de los creativos

Fuente. Elaboración propia

Figura 15. Elementos comunes que emplean los creativos

Fuente. Elaboración propia

3.1.2 Estudio de las necesidades del usuario

Con el fin de estudiar las necesidades del usuario, se desarrolló un formato de entrevista (ver Anexo 2), el cual fue aplicado en diferentes empresas creativas de la ciudad. Teniendo presente que dentro de las empresas creativas se encuentra un diverso grupo de diseñadores de diferentes profesiones y con actividades muy específicas, se entrevistaron personas pertenecientes a cada una de las profesiones indicadas anteriormente. El total de entrevistados fue 17 personas.

Estas entrevistas se realizaron para encontrar los requerimientos específicos que debe tener el mobiliario a desarrollar, estando así sustentado el diseño, en las necesidades del usuario. Para complementar esta investigación, se realizó un formato de observación (ver anexo 3), que también fue aplicado en dichas empresas. A través de este formato se pudo hacer un análisis de aspectos morfológicos y antropométricos, lo que permitió extraer información de gran utilidad para la definición del problema, que quizá el usuario no había percibido antes como una inconformidad, en donde la persona ya se había acostumbrado o había adoptado alguna solución temporal para dicho problema.

A partir de las necesidades expresadas por los usuarios y la observación realizada, se definió el problema específico a solucionar, el cual se presenta más adelante.

En la Figura 16 se presenta un cuadro resumen, en donde se muestra cuales fueron las empresas visitadas y las personas entrevistadas en cada una de estas, haciendo

referencia a la profesión de cada uno. Para seleccionar las empresas creativas a visitar, se recurrió a empresas dentro de las cuales se tuvieran contactos.

Figura 16. Empresas creativas visitadas y personal entrevistado.

Fuente. Elaboración propia

A continuación se presentan las figuras con los resultados de las entrevistas y las conclusiones obtenidas. Para ver el formato con base en el cual se desarrolló la entrevista y las respuestas de cada uno de los entrevistados, ver el anexo 2.

Figura 17. Elementos que consideran los usuarios que hacen falta en un puesto de trabajo

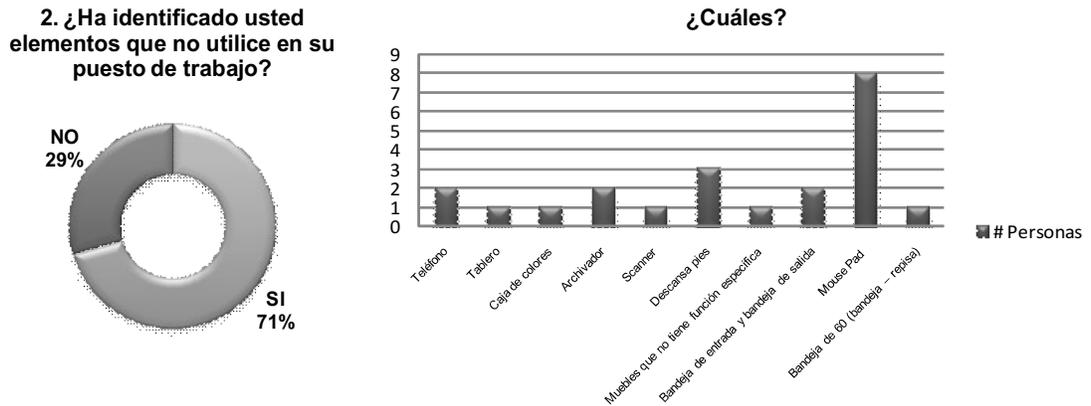
Fuente. Elaboración propia

En la figura 17 se presentaron los elementos que consideraron los entrevistados, hacían falta en su puesto de trabajo. Se tuvieron en cuenta para el diseño, los requerimientos solicitados por la mayor cantidad de personas, descartando así la conexión de energía en el puesto de trabajo y el soporte para la CPU, por haber sido únicamente solicitados por una y dos personas respectivamente. Los elementos que fueron considerados entonces para el diseño fueron diez de los doce presentados:

- Módulo o cajones para almacenamiento
- Sillas interlocutoras
- Plantas en el área de trabajo pero aplicadas de una manera gráfica

- Espacio para ubicar el Ipod/MP
- Espacio u objeto para almacenar hojas
- Donde colgar el bolso en el puesto de trabajo
- Organizador para lapiceros
- Revistero o algún producto para ubicar libros y revistas
- Elemento relajante
- Espacio para ubicar impresiones de gran formato.

Figura 18. Elementos que consideran los usuarios que no se utilizan en el puesto de trabajo



Fuente. Elaboración propia

Analizando la Figura 18, se observó que hay opiniones encontradas en cuanto a tener o no un archivador. El 11% de los entrevistados opinaron que es un producto que ha perdido protagonismo y no es tan necesario como hace algunos años, esto se debe a que la información se maneja cada vez más digital, no obstante, para el otro 89%, sigue siendo indispensable tener un archivador como complemento de su puesto de trabajo. Al entrevistar a estas personas, se notó que en realidad necesitan más un espacio para almacenar objetos, papelería, herramientas de trabajo, muestras de piezas y materiales, folder, entre otros; que para archivar las carpetas tradicionales para las cuales fue diseñado el archivador hace algunos años.

Figura 19. Elementos que los usuarios utilizan en el puesto de trabajo

Fuente. Elaboración propia

Como se puede ver en la Figura 19, hay elementos que algunas personas no utilizan en su puesto de trabajo y otras si los consideran necesarios; a continuación se exponen estos elementos y las razones por las cuales se encuentran opiniones opuestas.

Teléfono: Para el 53% de los entrevistados es un objeto subutilizado, pues el celular ha sustituido en gran medida al teléfono tradicional; para el 47% restante, se convierte en una herramienta fundamental de trabajo. A pesar de haber perdido importancia, el 47% es una cifra representativa, por lo tanto, debe ser considerado un espacio para ubicar este objeto.

Mouse pad: El 35% de las personas entrevistadas expresó que es incomodo, a pesar de ser un objeto que puede disminuir los riesgos de sufrir el túnel carpiano. El 65% restante todavía lo utiliza por comodidad. Es importante considerar además, que dependiendo del material de la superficie de trabajo, es indispensable para que el mouse pueda funcionar correctamente.

Descansa pies: El 70% considera que estorba. El 30% restante opinó que es un elemento de gran importancia dentro del puesto de trabajo, pues tras largas horas de permanecer sentado, favorece el descanso.

Baffles: Tan solo el 17% de los entrevistados utiliza baffles externos dentro del puesto de trabajo, el 83% restante reproduce la música en el computador o en el reproductor Mp3.

Elementos como scanner, impresora, baffles y tablero, son utilizados por las personas, mas no se encuentran dentro de la superficie de trabajo, pues son objetos que se comparten entre varios.

Actividades como reuniones del equipo de diseño para revisar prototipos, planos o muestras de piezas publicitarias, requieren de un espacio fuera de la superficie de trabajo, pues podría interferir con el resto de actividades, debido a que estos prototipos, planos o material publicitario, debe permanecer en algún lugar determinado por un tiempo indefinido. Es por esta razón que no se dará un espacio dentro de la superficie de trabajo para estas actividades.

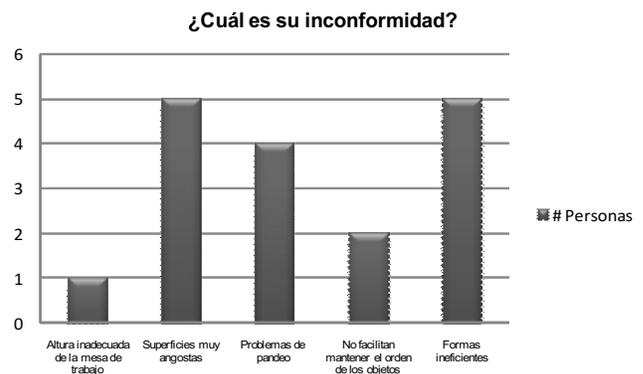
Teniendo en cuenta estas observaciones y los resultados presentados en la figura 19, se concluye, que los elementos que deben hacer parte del puesto de trabajo a diseñar, son los que se mencionan a continuación:

- Computador o computador portátil
- Teclado
- Mouse
- Mouse pad
- Tabla para PC
- Teléfono
- Calculadora
- Ipod/MP3
- Objeto para almacenar hojas
- Post-it
- Impresiones de gran formato
- Módulo o cajones para almacenamiento

- Donde colgar el bolso en el puesto de trabajo
- Organizador para lapiceros
- Revistero o algún producto para ubicar libros y revistas
- Elemento relajante
- Metro
- USB
- Papelera
- Elemento para almacenamiento de CD vírgenes y usados
- Celular
- Extensión de USB

Figura 20. Nivel de satisfacción de los usuarios e inconformidades con la forma de la superficie de trabajo

4. ¿ Le parece adecuada la forma de los siguientes componentes de su puesto de trabajo?



Fuente. Elaboración propia

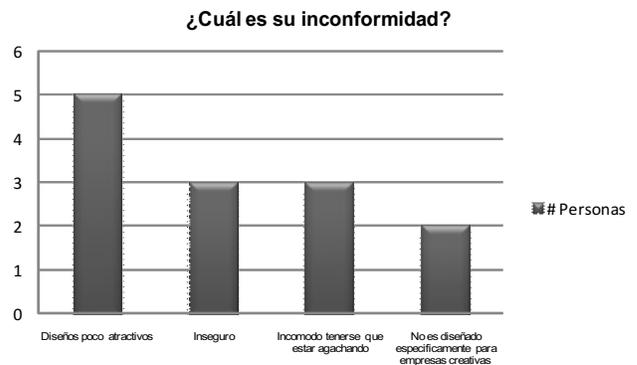
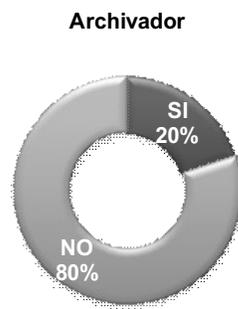
Según los resultados mostrados en la Figura 20, el 59% de los entrevistados consideró que la forma de la superficie de trabajo era la indicada, el otro 41% no está conforme. A continuación se presentan las inconformidades expresadas por las personas, listándolas según el porcentaje de relevancia (Para está pregunta se permitió que el entrevistado diera múltiples respuestas).

1. Superficies muy angostas (71%)
2. Formas ineficientes en la superficie de trabajo, la mayoría de veces son formas curvas (71%)

3. Problemas de pandeo por la incorrecta selección de materiales, asignación de medidas y diseño de estructura (57%)
4. No facilitan mantener el orden de los objetos dentro del puesto de trabajo (28%)
5. Altura inadecuada de la superficie de trabajo (14%)

Figura 21. Nivel de satisfacción de los usuarios e inconformidades con la forma del archivador

4. ¿Le parece adecuada la forma de los siguientes componentes de su puesto de trabajo?:



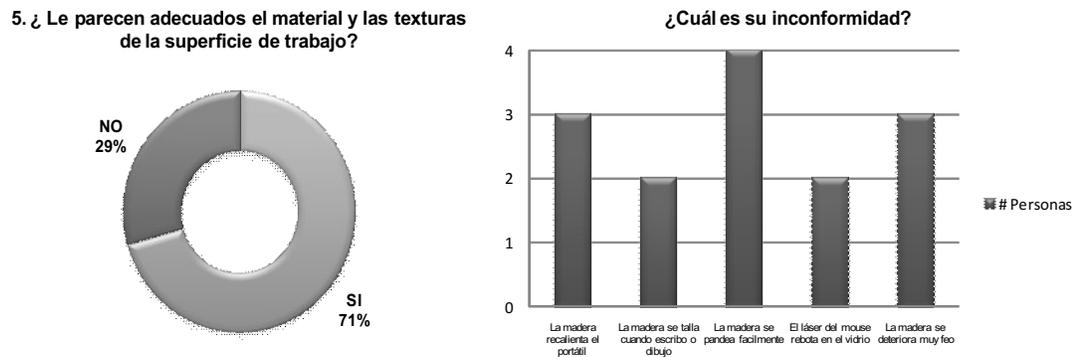
Fuente. Elaboración propia

Además de preguntar por el grado de satisfacción con la forma de la superficie de trabajo, también se preguntó por la satisfacción con respecto al archivador. Cabe anotar que el 80% de los entrevistados no tienen archivador, por lo cual les resultó imposible expresar su nivel de satisfacción. Sin embargo, de las personas que tienen archivador, el 80% expresó inconformidad con este, como se puede ver en el gráfico de la figura 21. Los argumentos expuestos por los entrevistados se presentan a continuación, citándolos en orden de relevancia (Para esta pregunta se permitió que el entrevistado diera múltiples respuestas).

1. Diseño poco atractivo (100%)
2. Inseguro, cualquier persona puede tener acceso fácilmente (75%)

3. El archivador en el suelo no es lo más cómodo, implica estarse agachando (75%)
4. No es diseñado específicamente para empresas creativas (50%)

Figura 22. Nivel de satisfacción de los usuarios e inconformidades con los materiales y las texturas de la superficie de trabajo

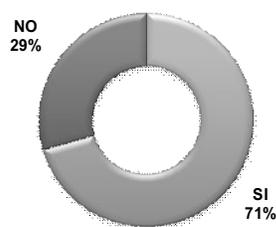


Fuente. Elaboración propia

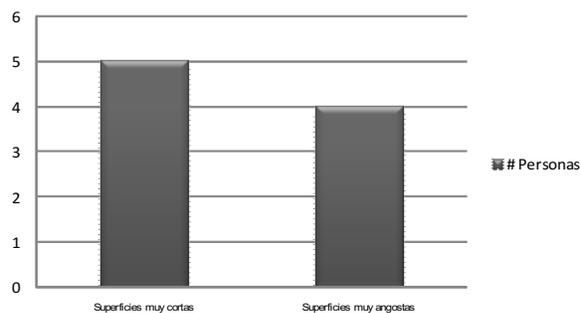
En la Figura 22, se muestra que se obtuvieron más respuestas positivas que negativas, en cuanto al nivel de satisfacción de los usuarios con los materiales y las texturas de la superficie de trabajo. El 71% de los entrevistados están conformes con los materiales y la textura de su puesto y el 29% no se sentían a gusto. Las personas que expresaron estar a gusto, contaban con superficies de trabajo fabricadas en vidrio, fórmica y madera, siendo el vidrio, el material que mayor grado de satisfacción genera, pues conserva una temperatura ideal para mantener el computador regulado. La madera, a pesar de ser un material muy utilizado en el diseño de mobiliario y ser muy resistente, recalienta el portátil.

Figura 23. Nivel de satisfacción de los usuarios e inconformidades con las dimensiones del puesto de trabajo

6. ¿ Considera usted que las dimensiones del puesto de trabajo son acertadas para el trabajo que debe desempeñar?



¿Cuál es su inconformidad?

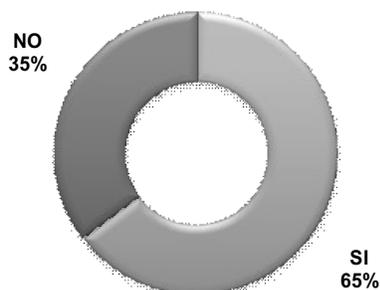


Fuente. Elaboración propia

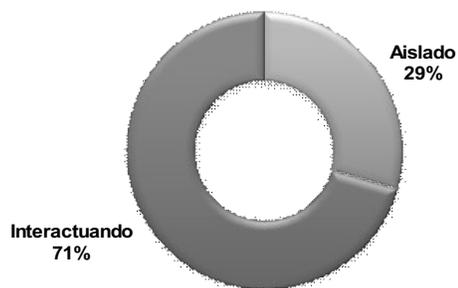
Para ver las dimensiones de los puestos de trabajo de las personas entrevistadas, ver anexo 3.

Figura 24. Flujo de personas dentro del puesto de trabajo

7. ¿ Recibe usted frecuentemente personas en su puesto de trabajo?



8. ¿ Para desarrollar eficientemente su trabajo necesita estar aislado o prefiere interactuar con los demás?

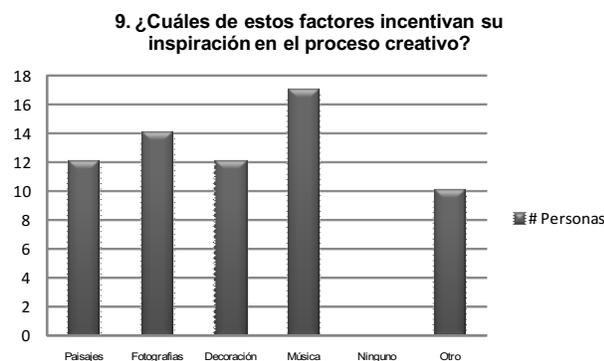


Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la pregunta número siete expuesta en la Figura 24, el 65% de los entrevistados recibe frecuentemente personas en su puesto de trabajo, por tal razón, es recomendable brindar espacio suficiente para que las personas puedan interactuar cómodamente dentro del puesto de trabajo y debe considerarse además, espacio para al menos una silla interlocutora.

A partir de la pregunta número ocho, también presentada en la Figura 24, se concluyó, que para desarrollar eficientemente el trabajo, las personas requieren estar interactuando con los demás, así lo expresó el 71% de los entrevistados. Opinan que el trabajo se hace más agradable, además de esto, se necesita que el grupo de trabajo este en contacto permanente. En ocasiones, estas personas necesitan estar aisladas para no ser interrumpidos, pues hay situaciones en las que se requiere mayor concentración.

Figura 25. Medición de los factores que incentivan la creatividad



Fuente. Elaboración propia

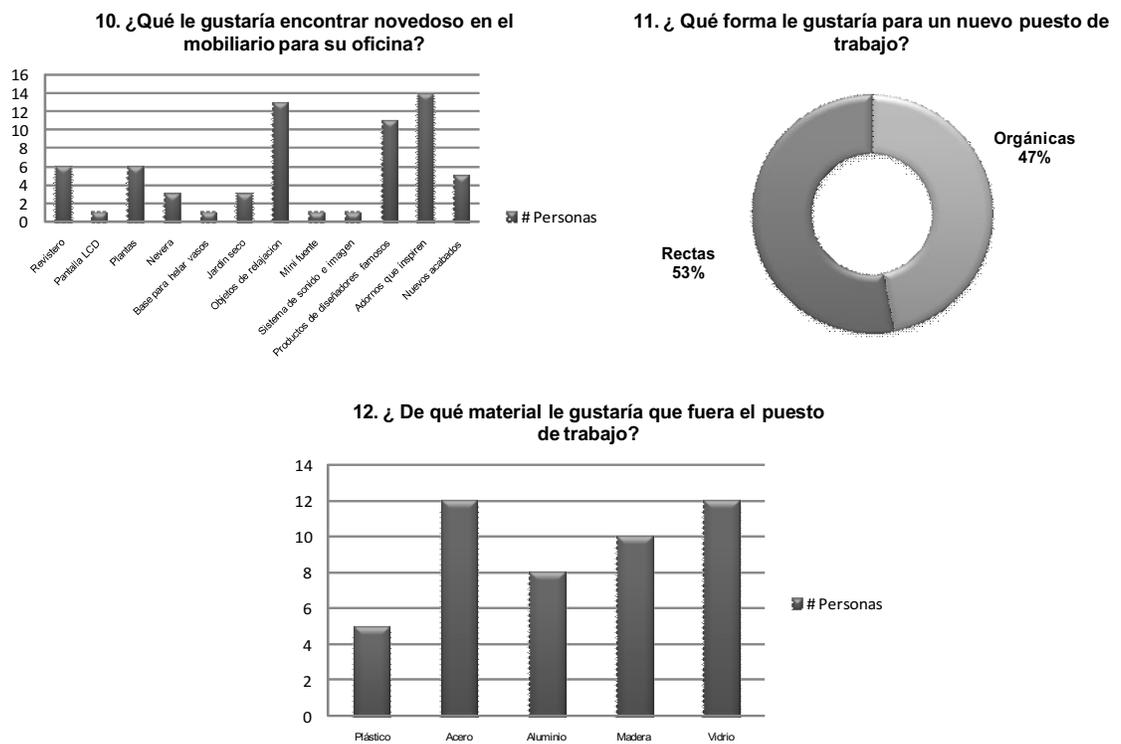
En la figura 25 se expusieron algunos de los factores que incentivan la creatividad. Según afirma Epstein (1996) en su libro *Dele alas a su creatividad*, dar variedad al ambiente, rodearse de estímulos diversos y cambiantes, estimula la creatividad. A continuación se presentan los factores que tienen mayor influencia en el proceso creativo en opinión de los entrevistados, listándolas según el porcentaje de relevancia, asignado según la cantidad de votos obtenidos por los entrevistados. (Para está pregunta se permitió que el entrevistado diera múltiples respuestas).

1. Música (100%)

2. Fotografías (82%)
3. Paisajes (70%)
4. Decoración (70%)

Para ver los otros factores que incentivan la creatividad de las personas en opinión de los entrevistados, ver anexo 4.

Figura 26. Exploración de los gustos del usuario con respecto al puesto de trabajo



Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a los deseos expresados por los usuarios en la pregunta número diez, presentada en la Figura 26, se estudiaron cuales de estos objetos podían influir en las personas, creándoles una sensación de satisfacción en el ambiente laboral, mejorando la comodidad e incentivando la inspiración. Para seleccionar cuales de estos deseos se tendría en cuenta para el diseño del mobiliario, se tuvieron en cuenta dos aspectos: con que finalidad estaría es objeto y cuanto es el valor de este, pues estos deseos no pueden encarecer mucho el producto, debe mantener un precio que sea competitivo en el mercado. Con base en esto se seleccionaron los siguientes objetos:

- Elementos relajantes
- Productos de diseñadores famosos
- Revistero
- Adornos que inspiren
- Plantas
- Nuevos acabados

A través de la pregunta número once, también enseñada en la figura 26, se pudo concluir que el 53% de las personas prefieren formas rectas, debido a que estas formas optimizan el espacio de la superficie, pues la formas orgánicas ocupan más espacio que las formas rectas en el área de trabajo y el área de la superficie es mucho más reducida, a menos que este inscrita en un rectángulo mucho mas grande. Además de esto, el puesto de trabajo siempre se debe acomodar a la persona y no la persona al puesto. La mayoría de veces, las formas orgánicas inducen a la persona a adoptar determinada posición, limitando así el movimiento de esta dentro del puesto.

Por último, para conocer las preferencias de los usuarios con respecto a los materiales del puesto de trabajo, en la pregunta número doce, se les presentaron varias opciones, las más típicas, de las cuales podría estar elaborada la superficie y la estructura. Para esta pregunta, las personas podían seleccionar varios materiales, teniendo así múltiples respuestas. A continuación se presentan los materiales con su respectiva puntuación:

Para la superficie de trabajo:

- Vidrio (70%)
- Madera (59%)

Para la estructura:

- Acero (70%)
- Aluminio (47%)

Buscando conocer lo que quieren los usuarios en cuanto a mobiliario para oficina, se elaboró un collage con fotos de puestos de trabajo de reconocidas empresas de mobiliario tanto nacionales como internacionales, donde se le pidió a los entrevistados que eligieran los puestos de trabajo que desearían tener en su oficina de los mostrados en el collage. Por medio de este collage pudimos ver cuáles son los estilos de mobiliario para oficina que prefieren las personas en la actualidad.

Para la elaboración del collage, se investigaron alrededor de 65 empresas internacionales y 17 nacionales, de las cuales se seleccionaron las propuestas más recientes de diversas empresas, incluyendo diseños tanto de Colombia como del resto del mundo.

A continuación se presenta la Figura 27, en donde se muestra el collage que fue empleado en la entrevista. Para ver a qué empresa corresponde cada uno de estos diseños, ver el anexo 5.

Figura 27. Collage de muebles para oficina de empresas reconocidas de mobiliario



Fuente. Ver anexo 4

En Figura 28, se presentan los resultados de las votaciones, dentro de este solo se presentaron las imágenes con una puntuación mayor a cuatro votos, debido a que son los resultados más significativos para el proceso del diseño del mobiliario. Las calificaciones por debajo de este número de votos pueden ser vistas en el anexo 6.

Figura 28. Votación por el mobiliario del Collage

Fuente. Elaboración propia

El collage permitió conocer los gustos de las personas en cuanto a mobiliario para oficina. Los resultados arrojados permitirán guiar el diseño del puesto de trabajo, de manera que apunte a los gustos predominantes que son extraídos de las imágenes de los puestos con mayores votaciones. Los aspectos más relevantes encontrados en los puestos de trabajo seleccionados por los usuarios fueron: Superficies de trabajo en vidrio, con formas simples, en donde predominan las formas rectas, aunque las formas orgánicas siguen gustando, pero siempre conservando la simpleza y la funcionalidad. Todos los puestos, tanto los de formas geométricas simples como los orgánicos apuntan a la tendencia minimalista, ya sea en la aplicación de los colores, el manejo de acabados o en la morfología.

Los puestos de trabajo preferidos por los entrevistados se presentan a continuación, de los cuales sólo uno pertenece a una empresa colombiana, el diseño de la foto # 14, conocido como la línea Mantis de Manufacturas Muñoz. Cabe resaltar que los colores predominantes son los colores neutros y que las formas simples son la tendencia, no obstante diseños orgánicos bien logrados siguen cautivando a los usuarios.

Figura 29. Mobiliario de oficina preferido por los entrevistados



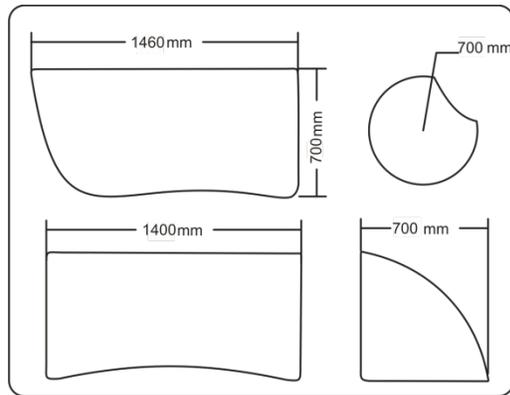
Fuente. Frezia – Jofco, Ofita, Styloffice y Manufacturas Muñoz S.A.

3.1.3 Análisis aspectos morfológicos

El análisis morfológico fue realizado sobre líneas de mobiliario existentes en el mercado nacional, las cuales son empleadas en las empresas visitadas. Se encontraron tanto superficies orgánicas como geométricas simples.

Las oficinas de CMYK y Manufacturas Muñoz están dotadas con el puesto de trabajo Mantis. El diseño de este puesto está considerado dentro de la categoría Freestanding, pues permite libres configuraciones de los módulos para crear una gran cantidad de propuestas de puestos de trabajo. Los módulos permiten ser configurados para crear puestos de trabajo sencillo o grupal.

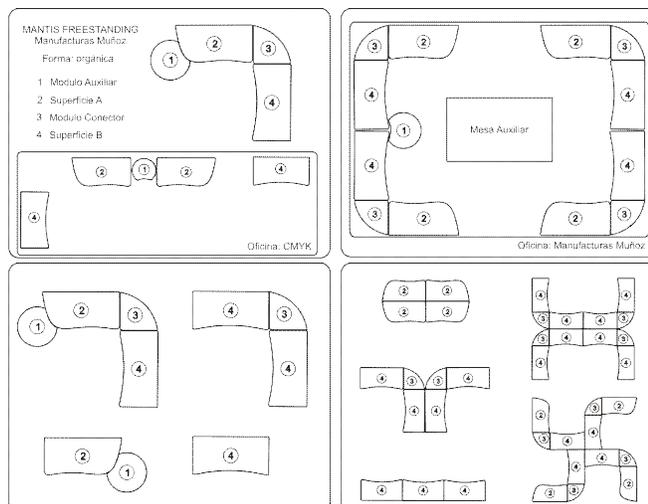
Figura 30. Módulos línea Mantis



Fuente. Elaboración propia

En la Figura 30, se muestran los módulos que conforman la línea Mantis de la empresa colombiana Manufacturas Muñoz, clasificado en la categoría Freestanding. A pesar de ser este un puesto de trabajo Freestanding, las formas curvas limitan los tipos de configuraciones. Es importante pensar en las posibilidades de modulación, a la hora de diseñar superficies orgánicas, pues no se debe sacrificar la funcionalidad por la estética. En la Figura 31 se muestran las posibles configuraciones a partir de las superficies que componen la línea Mantis.

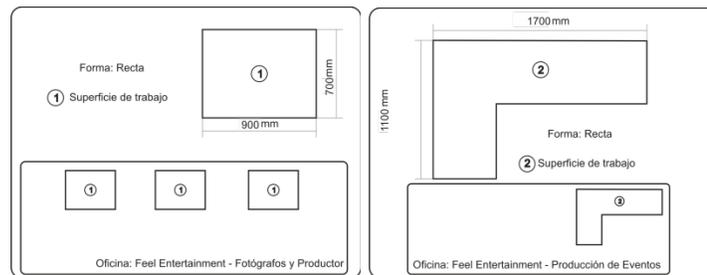
Figura 31. Configuraciones a partir de los módulos de la línea Mantis



Fuente. Elaboración propia

En la Figura 32 se presentan diversas superficies geométricas simples, en donde priman los rectángulos. Por el contrario de Manufacturas Muñoz, en las empresas Feel Entertainment, RTA Design y Cuatrosfera, se encontraron superficies geométricas rectas, básicamente formas rectangulares, en las cuales varían las dimensiones. En la Figura 32, se utilizan dos superficies rectangulares para configurar una superficie de trabajo en L.

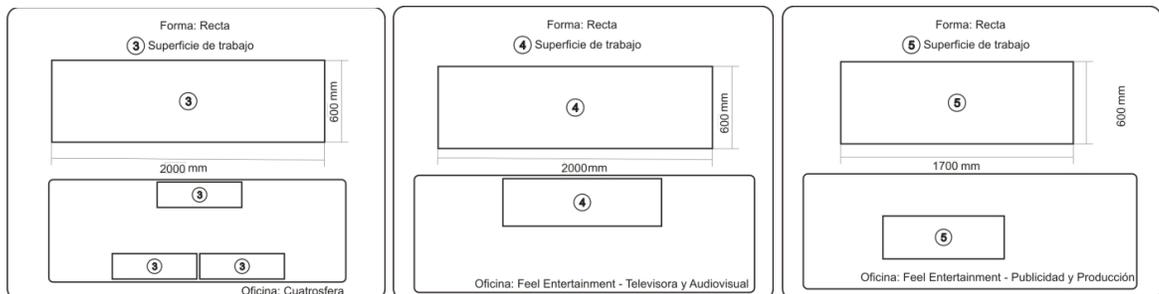
Figura 32. Oficina Feel Entertainment



Fuente. Elaboración propia

Con las formas rectas se puede optimizar más el espacio de trabajo, pues estas formas se acoplan mejor a la arquitectura típica de las construcciones, en donde priman las paredes rectas. Además de esto, permiten un mayor número de configuraciones, con los cuales se pueden formar puestos de trabajo sencillos más grandes o grupales, al unir dos o más superficies de trabajo. Las formas geométricas rectas en una superficie, brindan un mayor número de opciones de puntos de conexión, lo cual hace que sean más versátiles que las formas orgánicas.

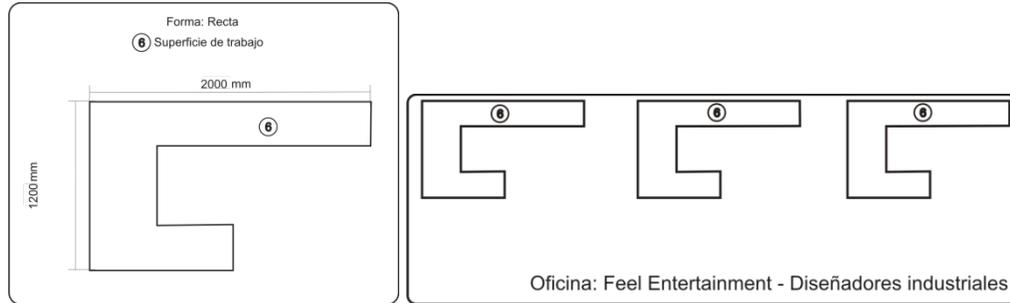
Figura 33. Oficinas con superficies de trabajo rectas



Fuente. Elaboración propia

En la Figura 34, se muestra otra posible configuración a partir de las superficies rectas. Estas pueden ser también configuradas para crear un modulo básico de trabajo en U.

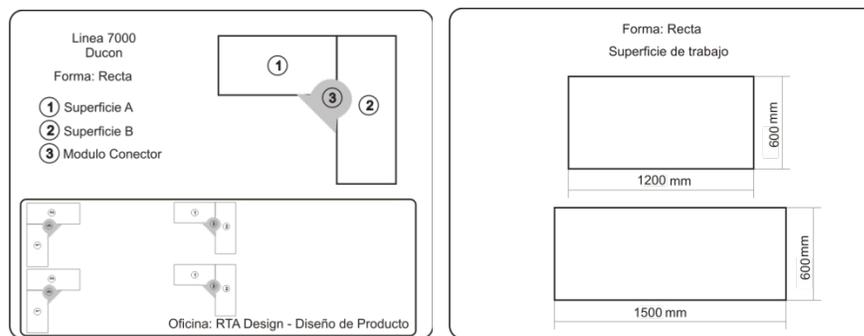
Figura 34. Oficinas con superficies rectas configuradas en U



Fuente. Elaboración propia

Las superficies en L son complementadas en muchas ocasiones con un módulo conector, buscando suavizar la forma y brindarle mayor comodidad al usuario, como se observa en la Figura 35. Este diseño tiene una desventaja y es el desperdicio de espacios por la forma, pues la persona no logra alcanzar algunos puntos.

Figura 35. Oficina con superficies rectas configuradas en L

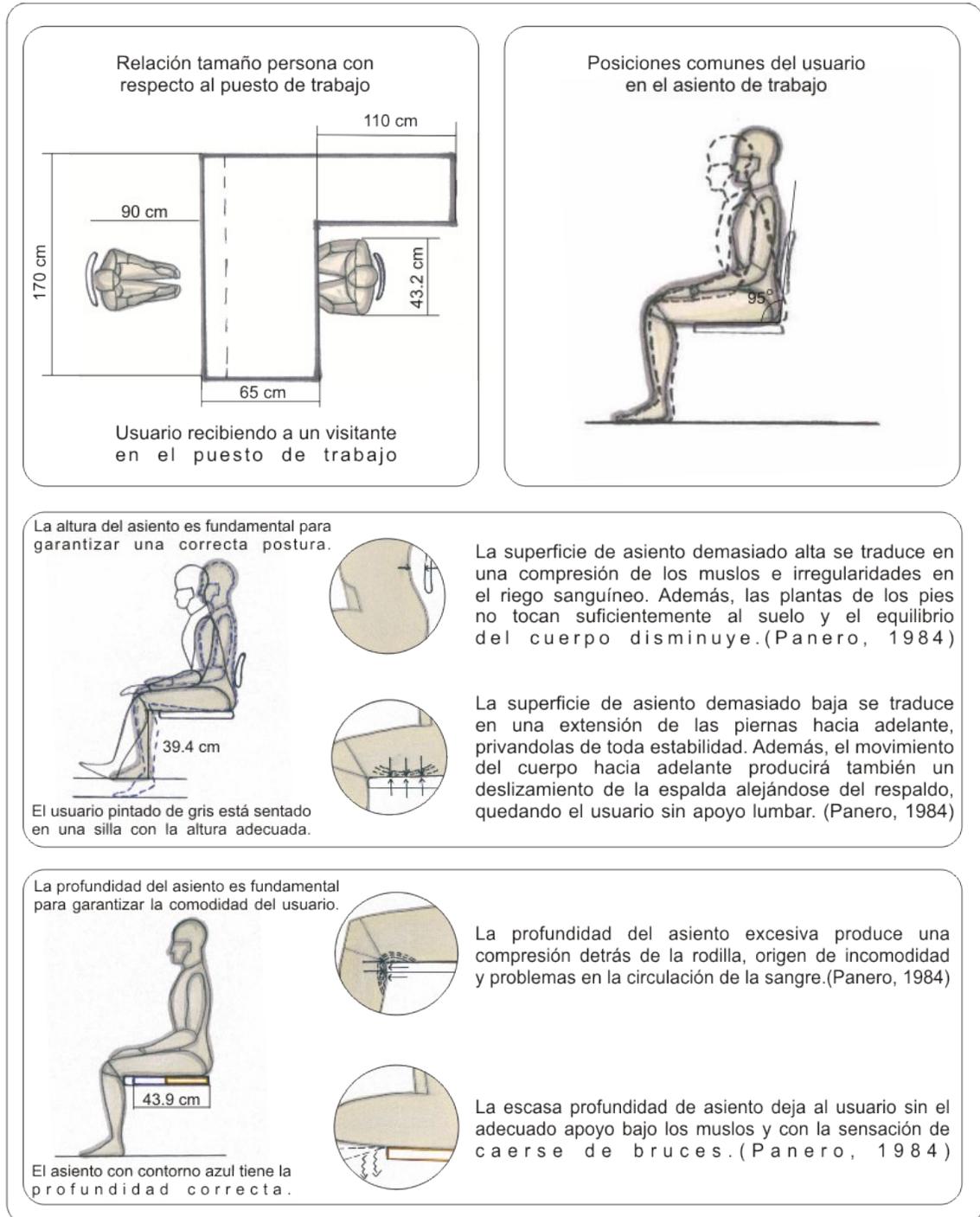


Fuente. Elaboración propia

3.1.4 Análisis de aspectos antropométricos

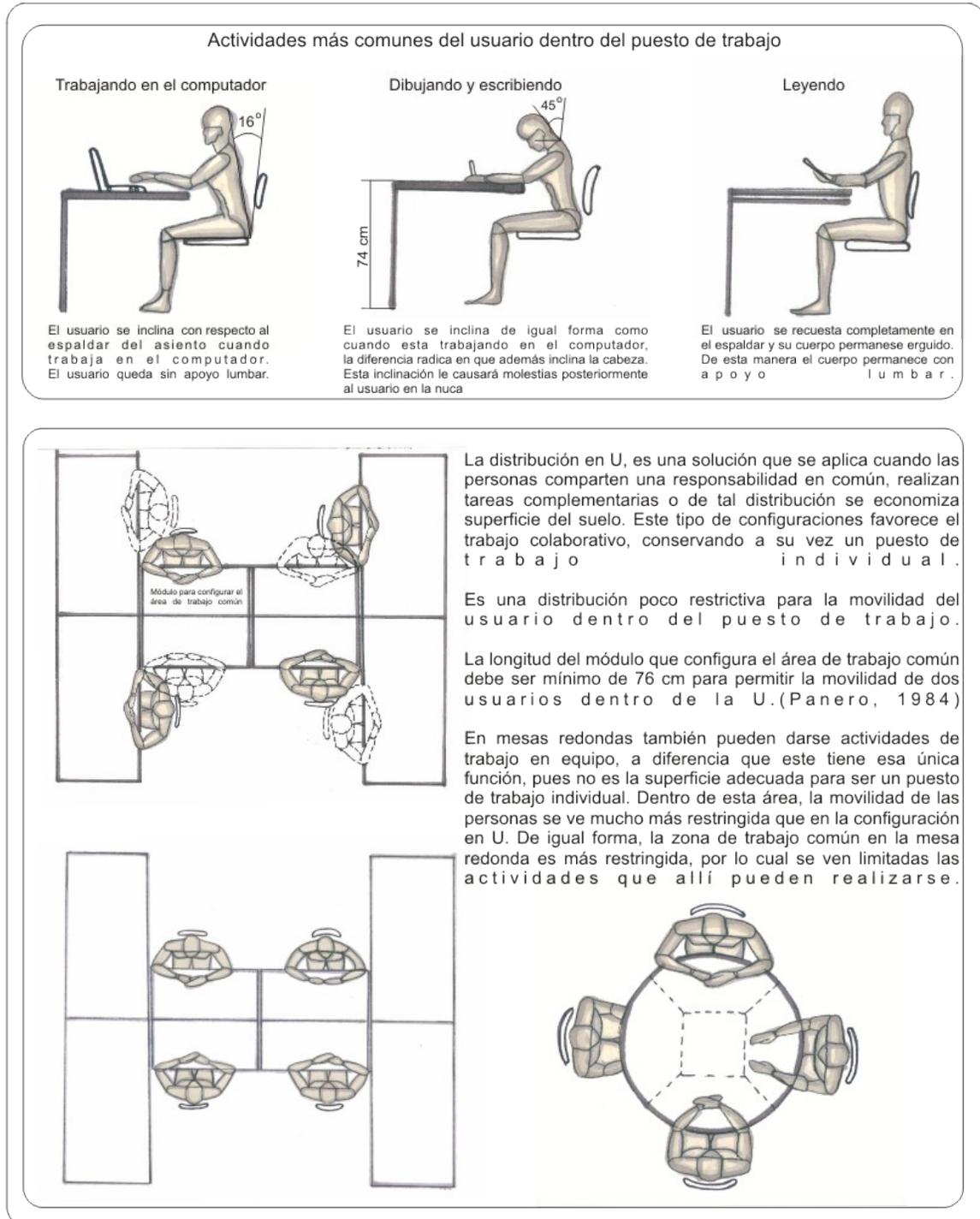
En las Figuras 36, 37, 38 y 39 se presentan el análisis de aspectos antropométricos a considerar en un puesto de trabajo. Para este análisis, se elaboró un formato de observación (para ver el formato, ver anexo 3), el cual fue aplicado en las empresas visitadas mencionadas en la figura 16. A través de estos formatos se observaron aspectos como la relación tamaño persona – superficie de trabajo, persona – silla, la altura de la silla, el ángulo de inclinación del espaldar, las diferentes actividades típicas que desarrolla el usuario dentro del puesto de trabajo y las posiciones comunes que adopta cuando las realiza, la movilidad y la interacción dentro del puesto de trabajo con otras personas. Por medio del formato de observación también se pudo ver como el usuario interactúa con los objetos y qué tipo de movimientos debe realizar para poder alcanzarlos. A partir de esto se hicieron algunas sugerencias, basándose en las medidas propuestas por el libro *Las dimensiones humanas en los espacios interiores de Julius Panero*. Para ver la investigación completa y algunos aspectos importantes a considerar cuando se está en el puesto de trabajo, ver anexo 7.

Figura 36. Análisis de aspectos antropométricos (1)



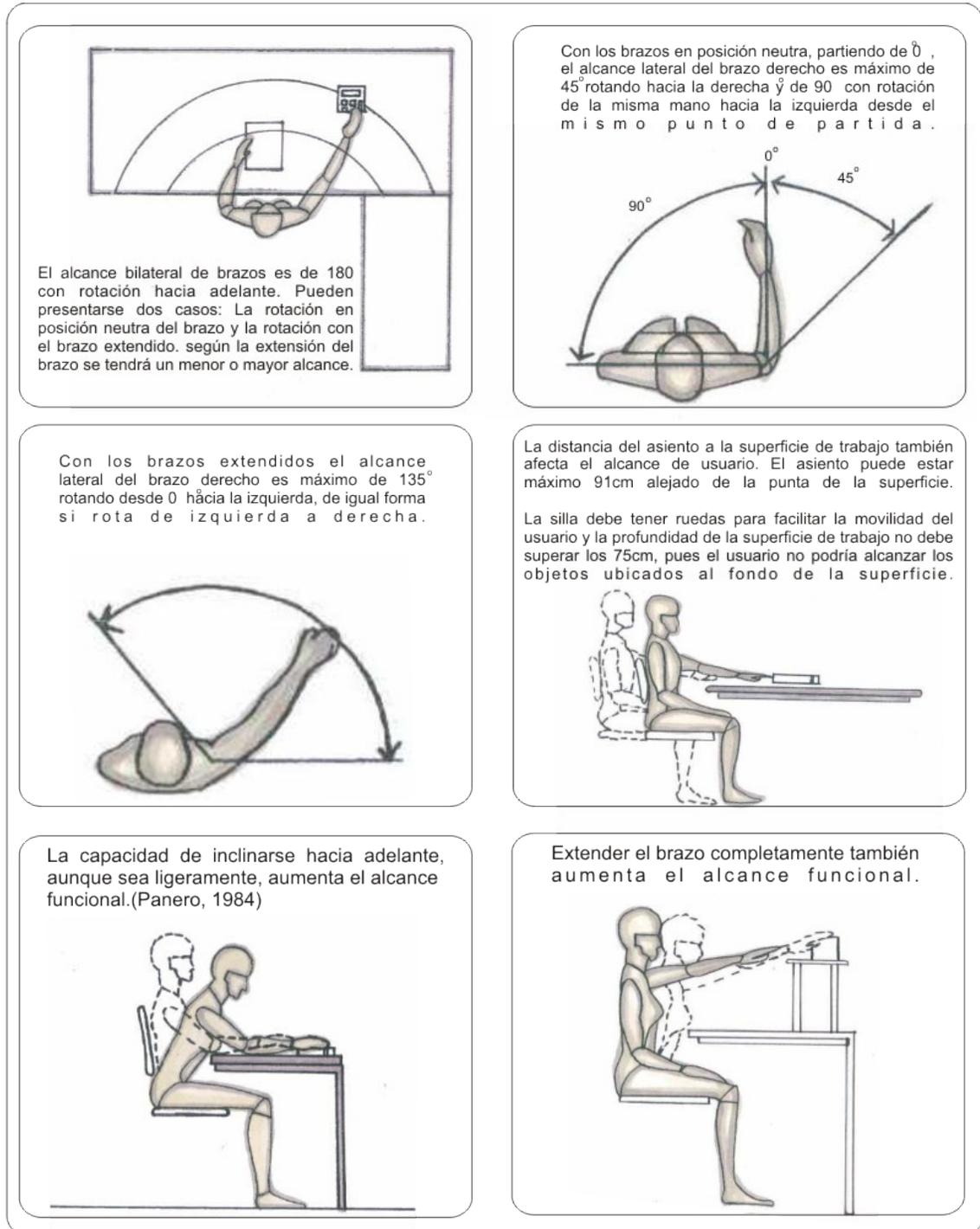
Fuente. Elaboración propia

Figura 37. Análisis de aspectos antropométricos (2)



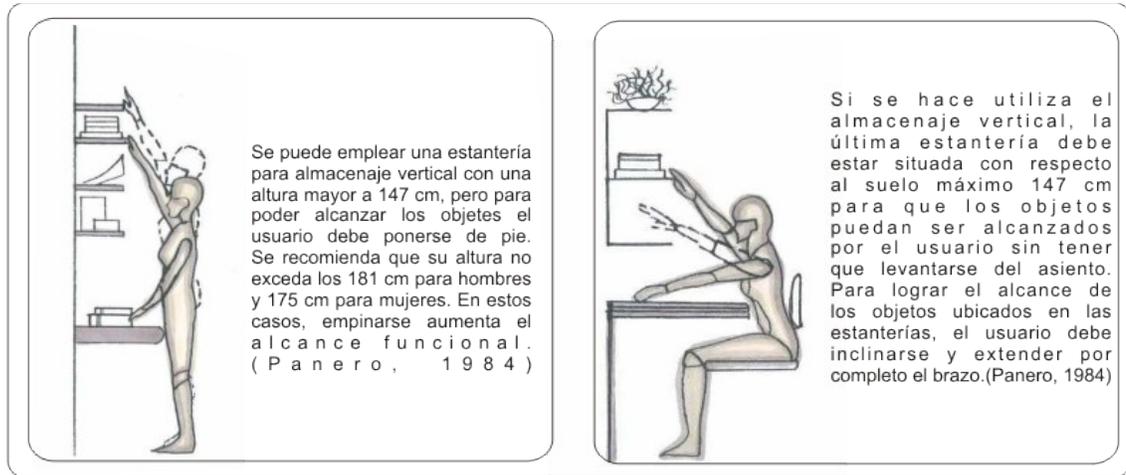
Fuente. Elaboración propia

Figura 38. Análisis de aspectos antropométricos (3)



Fuente. Elaboración propia

Figura 39. Análisis de aspectos antropométricos (4)



Fuente. Elaboración propia

Los componentes básicos del puesto de trabajo son la mesa y la silla (Vázquez, 2003), no obstante en el proyecto sólo se desarrolló el diseño de la mesa, debido a la complejidad que implica el desarrollo de una silla que realmente cumpla con los requisitos de ergonomía. Sin embargo, el tema no se apartó del proyecto, pues un buen diseño de mobiliario para oficina está compuesto tanto por la mesa como por la silla; ambas están estrechamente ligadas, un buen puesto sin una adecuada silla no funcionaría bien.

Teniendo en cuenta la importancia del asiento dentro del puesto de trabajo, se realizó una búsqueda de sillas en la ciudad, de manera que se pudieran recomendar asientos que cumplan con los requerimientos ergonómicos presentados en el análisis antropométrico. También se contempló la relación costo beneficio, pues en el mercado hay una gran cantidad de sillas, pero algunas de ellas tienen precios muy elevados, que la gran mayoría de empresas no están dispuestas a asumir para la dotación de sus oficinas. Con la búsqueda, se logró demostrar que el mercado nacional ofrece sillas ergonómicas a buenos precios. En la Figura 40 se recopilaron las mejores de ellas, en donde se presentan además sus respectivos precios, en donde pueden adquirirse y su país de origen.

Figura 40. Sillas recomendadas



Nombre de la silla	Icaro
País de origen	Zhejiang, China
Vendedor	Decorato (Medellín)
Precio	\$ 900.000



Nombre de la silla	Cronox
País de origen	Zhejiang, China
Vendedor	Decorato (Medellín)
Precio	\$ 380.000



Nombre de la silla	Spider Baja
País de origen	Zhejiang, China
Vendedor	Manufacturas Muñoz
Precio	\$ 1.434.648



Nombre de la silla	Wise
País de origen	Zhejiang, China
Vendedor	Manufacturas Muñoz
Precio	\$ 1.489.324



Nombre de la silla	Hidra
País de origen	Medellín, Colombia
Vendedor	Manufacturas Muñoz
Precio	\$ 601.112



Nombre de la silla	Hendrix
País de origen	Bogotá, Colombia
Vendedor	Panamericana y Homecenter
Precio	\$ 329.000

Fuente. Elaboración propia

3.1.5 Especificaciones de diseño de producto

A los requerimientos se les dio una calificación de 1 – 5 puntos, siendo 1 la menor calificación y 5 la mayor, para así poder definir la importancia de cada requerimiento dentro de las especificaciones de diseño. En la Tabla 1 se presentan las especificaciones de diseño de producto y su respectiva puntuación.

Tabla 1. Especificaciones de diseño de producto

REQUERIMIENTO	D/s	PESO
El puesto de trabajo debe ser modular, de manera que favorezca el trabajo colaborativo	D	5
El diseño del producto debe permitir la interacción entre dos personas dentro del puesto del trabajo	D	5
El puesto de trabajo debe ser versátil, ofreciendo la posibilidad de tener un puesto de trabajo para una persona + visitante, y a la vez, ser configurada con otros puestos iguales y formar superficies conectadas que favorezcan el trabajo en equipo, lográndolo a través de un modulo conector	D	5
El puesto debe estar complementado con un módulo que permita el almacenamiento de objetos, papelería, herramientas de trabajo, muestras de piezas y materiales, folder, entre otros; que pueda ser desplazado de un lugar a otro con facilidad.	D	5
El precio del puesto de trabajo con accesorios (sin el modulo conector) no debe superar los \$ 3'000.000	D	5
El diseño debe seguir la tendencia minimalista, teniendo en cuenta la exploración de colores (color negro y/o blanco más un único color), texturas (muy planas y lisas) y acabados (brillantes) que esta propone, de manera que inspire tranquilidad, relajación, espacio con diseño, vanguardia y status	s	5
El diseño del mueble debe incluir espacios para ubicar elementos como fotografías, objetos relajantes, adornos y reproductores de música	s	5
La superficie de trabajo debe resistir un peso de 160 Kg	D	4
La superficie de trabajo debe tener formas simétricas, simples y complementarias	D	3
Las dimensiones del puesto de trabajo deben ser: Longitud: mínimo 1.50 – máximo 1.70 m, Ancho: mínimo 0.60 – máximo 0.75 m y Alto: mínimo 0.73 - 0.75 m	D	3

REQUERIMIENTO	D/s	PESO
Los materiales del puesto de trabajo deben ser vidrio templado y acero o aluminio	D	3
El puesto de trabajo debe tener un peso máximo de 160 kg	D	2
El producto debe estar dirigido a un segmento de jóvenes y adultos, que estén entre los 20 y 45 años	D	2
Los acabados deben hacerse con procesos que garanticen mayor durabilidad	D	2
La consecución de las partes debe ser en el mercado nacional, por lo que se sugiere emplear piezas fabricadas en Colombia	s	2
El mueble debe tener espacio suficiente para permitir la ubicación los siguientes objetos: Computador de pantalla grande o portátil, teclado, mouse, extensión USB, tabla digitalizadora para PC, mouse pad, teléfono y metro.	D	2
El puesto de trabajo debe tener una vida útil de 7 años	D	1
El mueble debe tener un espacio predeterminado para la ubicación de cada uno de los siguientes objetos, con el fin de proporcionar orden en la superficie de trabajo: USB, calculadora, papeles tamaño carta, Ipod o Mp3, CD, celular, lapiceros, maletín, producto para ubicar libros y revistas, impresiones de gran formato y post-it.	D	1
El puesto de trabajo debe ser en colores neutros y/o cítricos	s	1
El mobiliario no debe requerir ningún mantenimiento especializado posterior a la compra; únicamente el ajuste de tornillos periódicamente	D	1

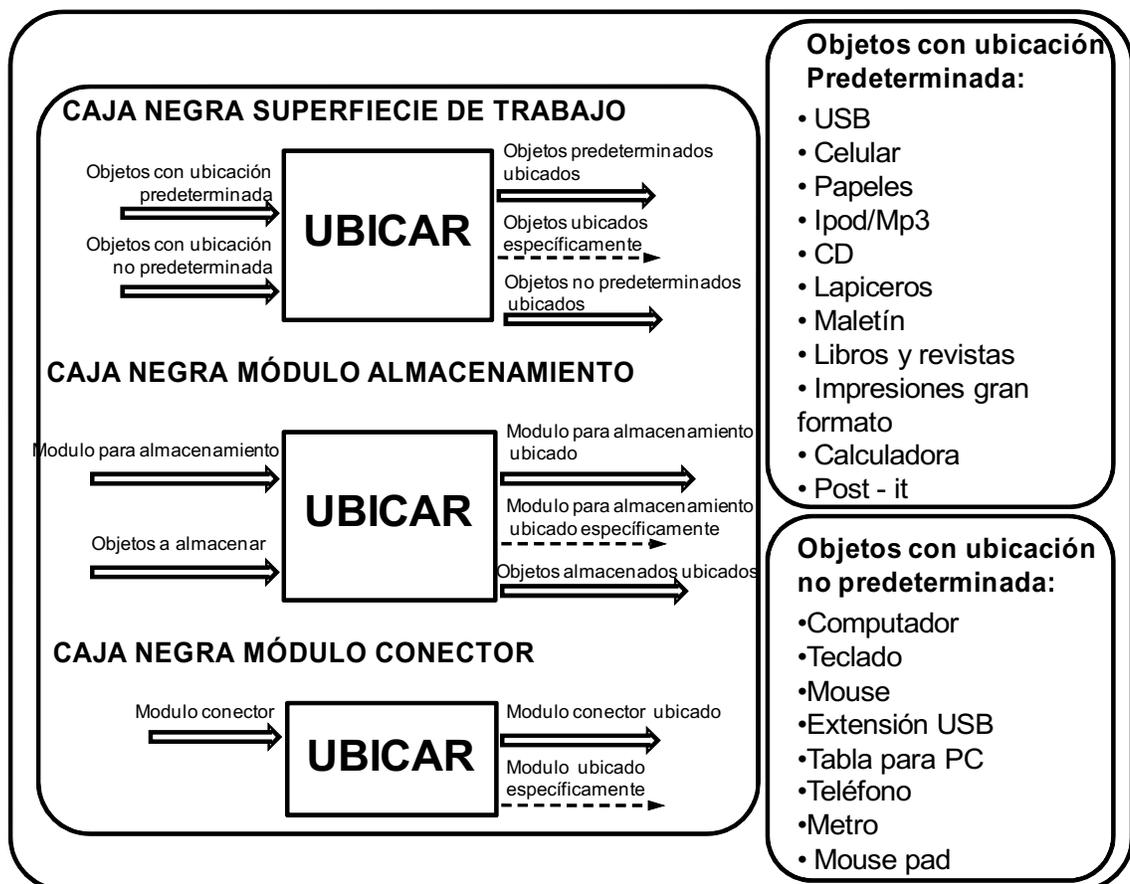
Fuente. Elaboración propia

3.2 RESULTADOS ETAPA 2

3.2.1 Caja negra

Para la elaboración de la caja negra, se siguió el método propuesto por Nigel Cross, de quien se utilizó el modelo de caja negra presentado en el texto *Métodos de diseño* (Cross, 99) y la tabla *Funcionalidades básicas reconciliadas en un grupo de funciones*. En la Figura 41, se muestra la caja negra que se realizó para cada uno de los productos a diseñar, con el fin de mostrar detalladamente cómo es la síntesis de funcionamiento de cada uno de estos sistemas.

Figura 41. Caja negra de cada uno de los productos a diseñar

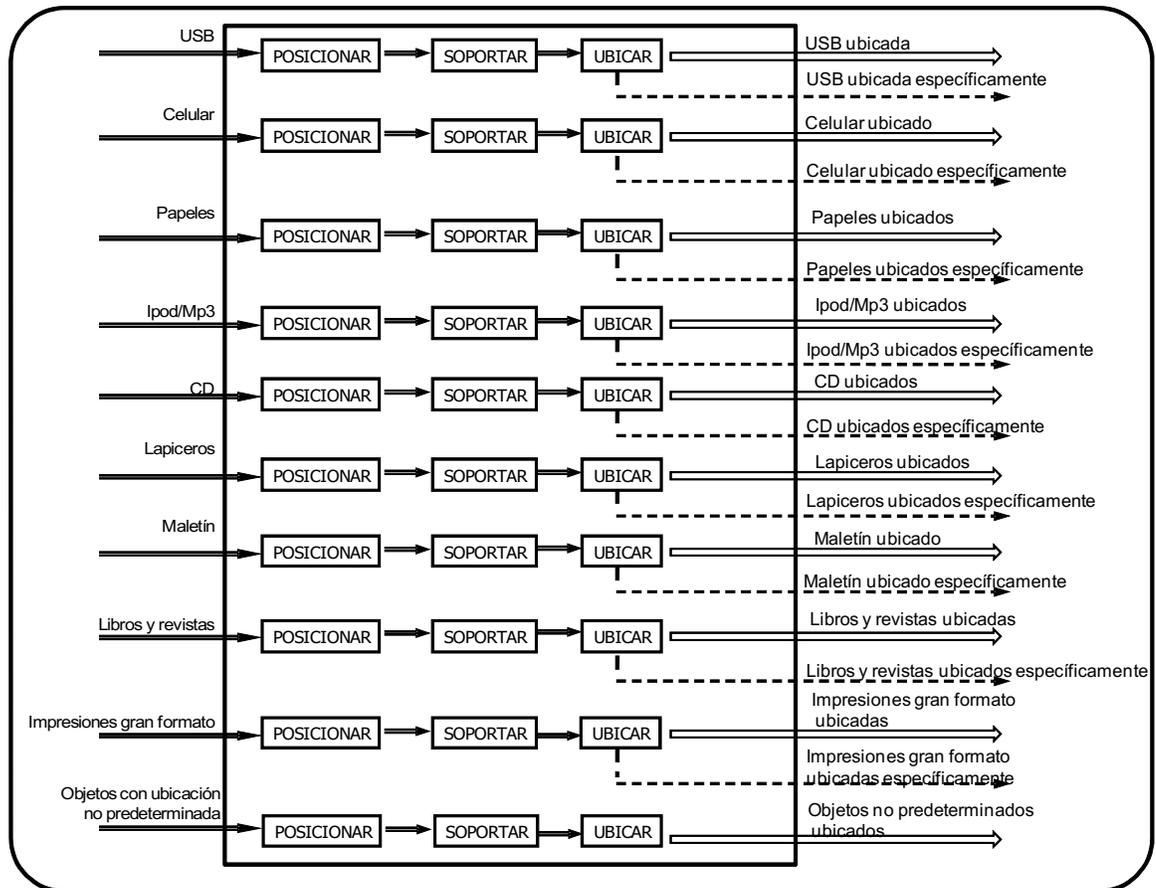


Fuente. Elaboración propia

3.2.2 Estructura funcional

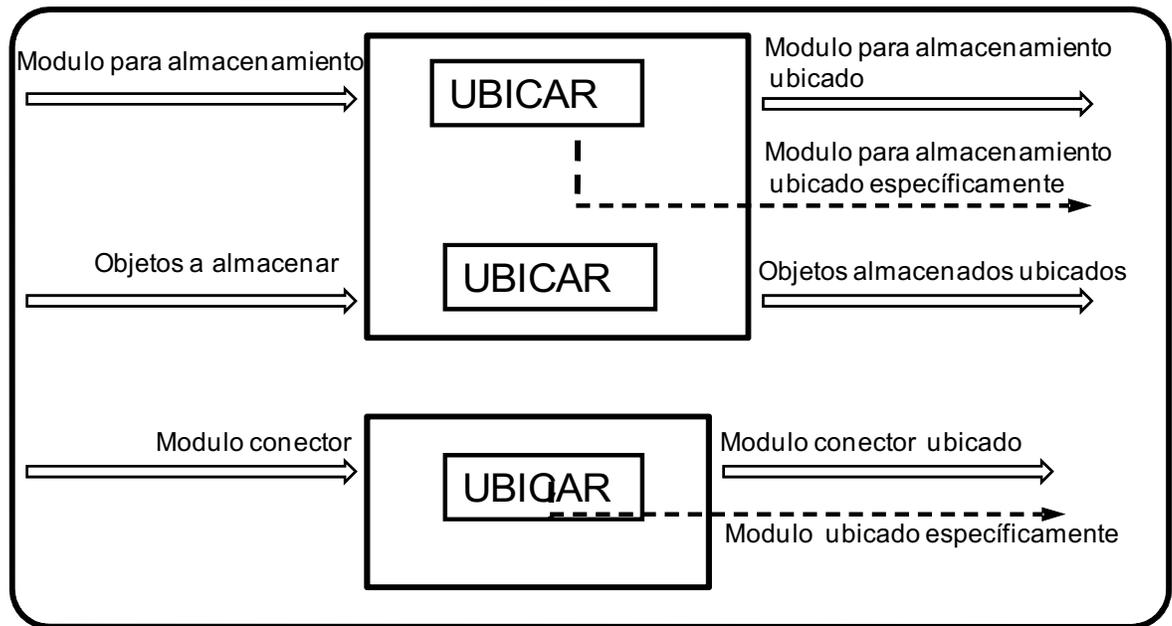
Para la elaboración de la estructura funcional también se siguió el método propuesto por Cross, así mismo, se recurrió a la bibliografía mencionada en la caja negra. De igual forma, se realizó una estructura funcional para cada uno de los productos a diseñar, con el fin de mostrar detalladamente cómo funciona cada uno de los productos. En las Figuras 42 y 43 se muestran las estructuras funcionales.

Figura 42. Estructura funcional de cada uno de los productos a diseñar



Fuente. Elaboración propia

Figura 43. Estructura funcional de cada uno de los productos a diseñar



Fuente. Elaboración propia

3.2.3 Aplicación de la biónica como metodología de diseño

3.2.3.1 Función principal

La función principal encontrada en un puesto de trabajo fue *soportar*. Dentro de las cargas que debe soportar un puesto de trabajo, se encontraron cargas estáticas permanentes, como lo son la superficie de trabajo y el propio peso de la estructura, las cuales se consideran cargas muertas. También se encontraron cargas vivas no permanentes, dentro de las cuales están las cargas vivas estáticas, conformadas por aquellos objetos que son ubicados temporalmente sobre el puesto de trabajo; y las cargas vivas dinámicas, ejercidas por las personas que interactúan con el mueble.

3.2.3.2 Seres naturales que cumplen con las características del portador de función señalado (soportar)

La exploración de los referentes biológicos se realizó sin un diseño planeado, buscando seres naturales que ofrecieran un principio de solución al portador de función señalado. Para la realización de la búsqueda de seres, se recurrió en primera instancia, al portafolio de seres naturales propuesto en el proyecto de grado *Estudio de la biónica como metodología aplicable en ingeniería de diseño de producto y su formalización a través de una propuesta de investigación del semillero HECAS – ID de la universidad Eafit (2006)*, realizado por las egresadas de Ingeniería de Diseño de Producto, Lina Méndez y Viviana Otálvaro. De este portafolio se tuvo en cuenta el concepto de la forma como función, en donde las geometrías desempeñan una función determinada; estas pueden ser encontradas en partes específicas de los organismos, en clases de movimientos que faciliten funciones especiales o en el todo siendo la forma que mejor se desempeñe en un entorno específico.

Las formas que ofrecían principios de solución al portador de función señalado fueron: el hexágono, por ser una forma que proporciona una gran resistencia a la flexión y la compresión por la disposición de las celdas, las curvas geométricas como la catenaria, por ser una curva que adopta la forma en que cada uno de sus puntos este en equilibrio mecánico y las fuerzas que actúen sobre este punto se anulen entre sí, ahorra material en grandes estructuras y soporta un mayor peso con estas propiedades, y las estructuras, por presentar un excelente comportamiento cuando son cargadas, utilizando lo mínimo de material y de peso; de esta forma logra relaciones óptimas de tipo rigidez/peso, resistencia/peso y economía.

Para ampliar este portafolio, se recurrió al trabajo de grado *Estudio de la biónica como herramienta de generación de conceptos funcionales, enmarcada en la metodología de ingeniería de diseño de producto (2008)*, elaborado por los ingenieros de diseño de producto Mónica Rojas y Fabio Saldarriaga. De este trabajo se revisó el portafolio de seres naturales, propuesto para el portador de función: soporte uniforme. El ser natural

seleccionado, que brinda una solución para el portador de función soportar fue la telaraña, encontrando que esta brinda una óptima distribución de fuerzas.

Métodos experimentales de búsqueda formal (2005), realizado por el diseñador industrial Ever Patiño, egresado de la Universidad Pontificia Bolivariana, fue otra de las bibliografías consultadas para la selección de los seres naturales. De este documento se encontraron las estructuras arboriformes, fractales y de nuevo las curvas catenarias.

Además de estas bibliografías, se investigó en internet, en donde se encontraron artículos de estudios científicos acerca de referentes biológicos. Para delimitar la búsqueda, se examinaron referentes biológicos para la función “Soportar”, en donde estos debían tener principios de solución relacionados con la estructura, mecanismo o forma que permitiera hacer una mejor “Distribución de la fuerza”, que es la manera de intervención a la cual pertenece la función “Soportar”.

De esta investigación preliminar se abstraieron seres naturales cuyos principios de solución muestran cómo el referente biológico cumple con las características del portador de función señalado; para esta selección no se realizó ningún juicio preliminar por el sesgo que esto podría acarrear al proceso de diseño.

La Figura 44, presenta los seres naturales afines con este propósito.

Figura 44. Seres naturales que cumplen con la función soportar

Fuente. Elaboración propia

Previo a la realización de la matriz morfológica, que se presenta en la Tabla 2, se analizaron los ocho seres naturales propuestos en el portafolio, con el fin de seleccionar los cinco seres que cumplieran mejor con la función soportar. Para realizar el análisis, se investigó sobre los beneficios que podía brindar cada uno de los seres; de esta manera notamos que aunque algunos ofrecían soluciones para soportar, debido a sus

características formales o por los materiales que los componen, no era soportar su característica principal.

En el caso del nido de abeja, a pesar de tener esta una forma hexagonal, que proporciona una gran resistencia a la flexión y la compresión por la disposición de las celdas, es un elemento orgánico que proporciona una mejor solución en temas donde se deba tratar el ahorro de material y la optimización del espacio, pues los hexágonos regulares encajan perfectamente y van rellenando el plano sin dejar huecos (Chica, 2005). A pesar de que el ahorro de material y la optimización del espacio podían ser de gran utilidad para el diseño del producto, no es lo que se buscaba principalmente en el ser natural a escoger. Adicional a esto, el producto a desarrollar, no se verá sometido continuamente a cargas de compresión, por tal motivo el nido de abeja fue descartado del portafolio para esta aplicación.

En cuanto a la célula vegetal, esta sirve como soporte mecánico o esqueleto de la planta, esto debido a la pared celular que está constituida químicamente por moléculas de celulosa, otras sustancias (glúcidos) y la más importante que puede estar entre el 10% al 95% que es [el agua](#) quien origina una [fuerza](#) de tensión o contrapresión equivalente y de sentido contrario, que se opone a la mayor expansión de la célula. La función principal que cumple la pared celular es otorgar rigidez a las células vegetales (Rodríguez, 2000). Su forma casi hexagonal permite que las células se organicen perfectamente optimizando el espacio. Este ser natural fue descartado por las mismas razones expuestas en el nido de abeja.

Con respecto a la telaraña, a pesar de que el sistema de solución es la distribución de fuerzas, estas son estructuras que soportan cargas de tensión, compresión y elasticidad, buscando una integridad tensional que es el balance de las fuerzas por medio de elementos de compresión y elementos de tensión y la característica principal que buscamos es soportar con rigidez, sin que la forma se pandee. (Rojas y Saldarriaga, 2008)

3.2.3.3 Portafolio de seres naturales

A partir del análisis realizado anteriormente, se concluyó que los seres naturales que mejor cumplen con la función principal “soportar”, son los presentados en la Figura 45, conformando así, un portafolio de seres naturales para dicha función.

Figura 45. Portafolio de seres naturales que mejor cumplen con la función soportar

Fuente. Elaboración propia

Para el análisis de los seres naturales seleccionados, se realizó un formato que permitiera estudiar cada uno de los seres. Para desarrollar este formato, se recurrió al libro *Bioarquitectura* del autor Senosiain (1998), quien expone, que para lograr la aplicación de la biónica en el diseño, debe hacerse a través de la observación, investigación profunda, análisis y síntesis del ser que se desea explorar. Previo a la elaboración del formato, se planteó el siguiente esquema, que determinó el contenido que tendría este:

Figura 46. Esquema de análisis de seres naturales

¿Qué hace?	Observación
¿Cómo lo hace?	Investigación
¿Para qué lo hace?	Análisis
Aspectos relevantes	Síntesis
Análisis gráfico	Síntesis

Fuente. Elaboración propia

En la Figura 47, se presenta un ejemplo del formato utilizado para realizar el análisis de los seres naturales seleccionados. Para ver el portafolio completo, ver anexo 8.

Figura 47. Ejemplo del formato para el análisis de seres naturales

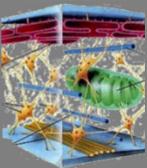
Fuente. Elaboración propia

3.2.3.4 Matriz morfológica

Para la función principal *soportar*, se buscaron soluciones en la naturaleza, la mayoría de ellas fueron encontradas en el reino vegetal, a diferencia de una que hace parte del cuerpo humano o de los mamíferos. Las funciones secundarias posicionar y ubicar no se incluyeron dentro de la matriz, puesto que estas acciones serán siempre realizadas por el usuario. Para la sub función almacenar, se acudió a soluciones existentes en el medio.

En la Tabla 2, se presenta una matriz morfológica, en la cual se pueden visualizar los posibles seres naturales que brindan una solución para la función *soportar* y las diversas soluciones para las sub funciones.

Tabla 2. Matriz morfológica

SOLUCION	1	2	3	4	5
SUBFUNCIÓN					
A					
SOPORTAR	Cito esqueleto	Estructuras arboriformes	Catenaria	Estructura fractal	Columna vertebral
B					
ALMACENAR	Gavetas	Bandejas	Cajonero		Recipientes plásticos apilables



Fuente. Elaboración propia

3.2.3.5 Evaluación de sistemas biológicos con base en criterios básicos de resistencia mecánica para la optimización de estructuras de soporte

La búsqueda de estructuras de soporte óptimas, se realizó con el fin de obtener una propuesta que sustituyera una estructura mecánica convencional, logrando que su comportamiento fuera más eficiente. Bajo estos criterios, el principio de solución elegido, debía mejorar estos aspectos. Lo anterior se debía lograr sin incrementar significativamente la complejidad en el proceso de fabricación en términos de tiempo y costo; además de seleccionar un tipo de estructura, en donde se logrará un mejor desempeño con la menor cantidad de material.

El ideal es entonces, encontrar el sistema estructural, que teniendo el menor peso y volumen posible (**menor cantidad de material**) y una **mejor distribución de esfuerzos** (zonas con menor concentración de esfuerzos) resulte ser la mejor para resolver el problema que se pretende optimizar.

Los criterios elegidos para la evaluación, son criterios básicos de la resistencia mecánica; a partir de los cuales se pudieron analizar los diferentes seres naturales, comportándose como una estructura de soporte. Considerando que una estructura debe soportar su propio peso, el de las cargas que sujeta y algunos empujes exteriores, se consideraron los siguientes aspectos para el análisis:

- Soportar su propio peso
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tensión
- Resistencia al pandeo
- Distribución de esfuerzos
- Rigidez
- Bajo peso
- Mínimo volumen

El análisis de los seres naturales fue realizado a partir de estos conceptos básicos de la resistencia mecánica, mas no fueron aplicados cálculos sobre estas estructuras.

Para facilitar el análisis de los sistemas biológicos seleccionados, se clasificaron en dos categorías: estructuras de tenseguridad y estructuras naturales óptimas. Los cinco seres analizados se clasificaron de la siguiente manera:

Estructuras de tenseguridad:

- Cito esqueleto
- Columna vertebral

Estructuras naturales óptimas:

- Estructuras arboriformes
- La catenaria
- Fractal natural

A

Al tener estas dos categorías, se realizó un análisis por grupo, teniendo presente el tipo de estructura que representa, de manera tal que se pudiera analizar el comportamiento de la estructura y así decidir si era la estructura adecuada para el puesto de trabajo. El primer grupo, constituido por el cito esqueleto y la columna vertebral, se analizó a través de la teoría de las estructuras de tenseguridad.

Una estructura constituye un sistema de tenseguridad si se encuentra en un estado de auto equilibrio estable, formado por elementos que soportan compresión y elementos que soportan tensión. En las estructuras de tenseguridad, los elementos sometidos a compresión suelen ser barras, mientras que los elementos sometidos a tensión están formados por cables. El equilibrio entre esfuerzos de ambos tipos de elementos dota de forma y rigidez a la estructura. Esta clase de construcciones combina amplias

posibilidades de diseño junto a gran resistencia, así como ligereza y economía de materiales (Ingber, 1998).

El cito esqueleto y la columna vertebral, responden al modelo estructural denominado integridad tensional, en donde se diferencian elementos a tensión y a compresión, que por medio de la geometría de la estructura, logran el equilibrio del sistema. Esta geometría está compuesta por elementos que soportan tensión continua y compresión local, obteniendo la estabilidad mecánica por la sinergia creada entre sus miembros, logrando que los esfuerzos se distribuyan y equilibren a través de esta. Las estructuras de tenseguridad son aptas para cualquier necesidad de soporte, debido a la rigidez y equilibrio que evidencia en su funcionamiento, adicionalmente cuenta con características flexibles, que permiten que también pueda ser utilizada con fines dinámicos (Stephen, 2002). Es por esta razón que el cito esqueleto y la columna vertebral han sido descartados como posibles referentes biológicos, pues para el diseño, se requiere una estructura completamente rígida, atributo con el que no cuentan las estructuras de tenseguridad.

El segundo grupo está constituido por las estructuras arboriformes, el fractal natural y la catenaria. A pesar de que las estructuras arboriformes y el fractal natural hacen parte de un grupo considerado como *estructuras naturales óptimas*, se encontró que la función principal de la forma de estos, no es precisamente por una razón estructural, sino por su función vital, pues por medio de las ramificaciones estos captan la luz solar para desarrollar su fotosíntesis y mientras más ramificaciones tenga, mayor cantidad de luz podrá captar. No obstante, las ramificaciones elevadas y subterráneas le otorgan al árbol estabilidad. Los árboles están sometidos a diferentes tipos de fuerzas, como gravedad, flexión, compresión, tensión, torsión y cizalladura, las cuales pueden ser soportadas gracias a la forma de la estructura del árbol. En cuanto al desempeño del fractal natural en las estructuras ramificadas, a diferencia de las estructuras arboriformes, se evitan las fuerzas de doblado. Los fractales dentro de las estructuras ramificadas, favorecen la creación de nodos en cada uno de los puntos donde se crea una nueva ramificación, lo que permite que los esfuerzos dentro de la estructura sean distribuidos en un mayor número de puntos, aumentando así la eficiencia de la estructura.

La catenaria, como otra de las estructuras naturales óptimas, tiene como función principal soportar su propio peso (Ibáñez, 2004). La catenaria soporta esfuerzos de tensión

(Sánchez, 2008) y se caracteriza por aguantar y **ahorrar material** (Wagensberg, 2005), lo que permite que la estructura tenga un bajo peso y mínimo volumen. Otra de las principales características de la catenaria es la **distribución de esfuerzos** que en ella se da y en la cual se eliminan las tensiones horizontales.

Comparando entonces la función principal de las estructuras arboriformes y del fractal natural, con la catenaria, se concluyó que la estructura óptima para el puesto de trabajo es la catenaria.

3.2.3.6 Funciones y principios de solución

La Tabla 3. Muestra el principio de solución para la función principal y las sub funciones.

Tabla 3. Relación de funciones y principio de solución seleccionado

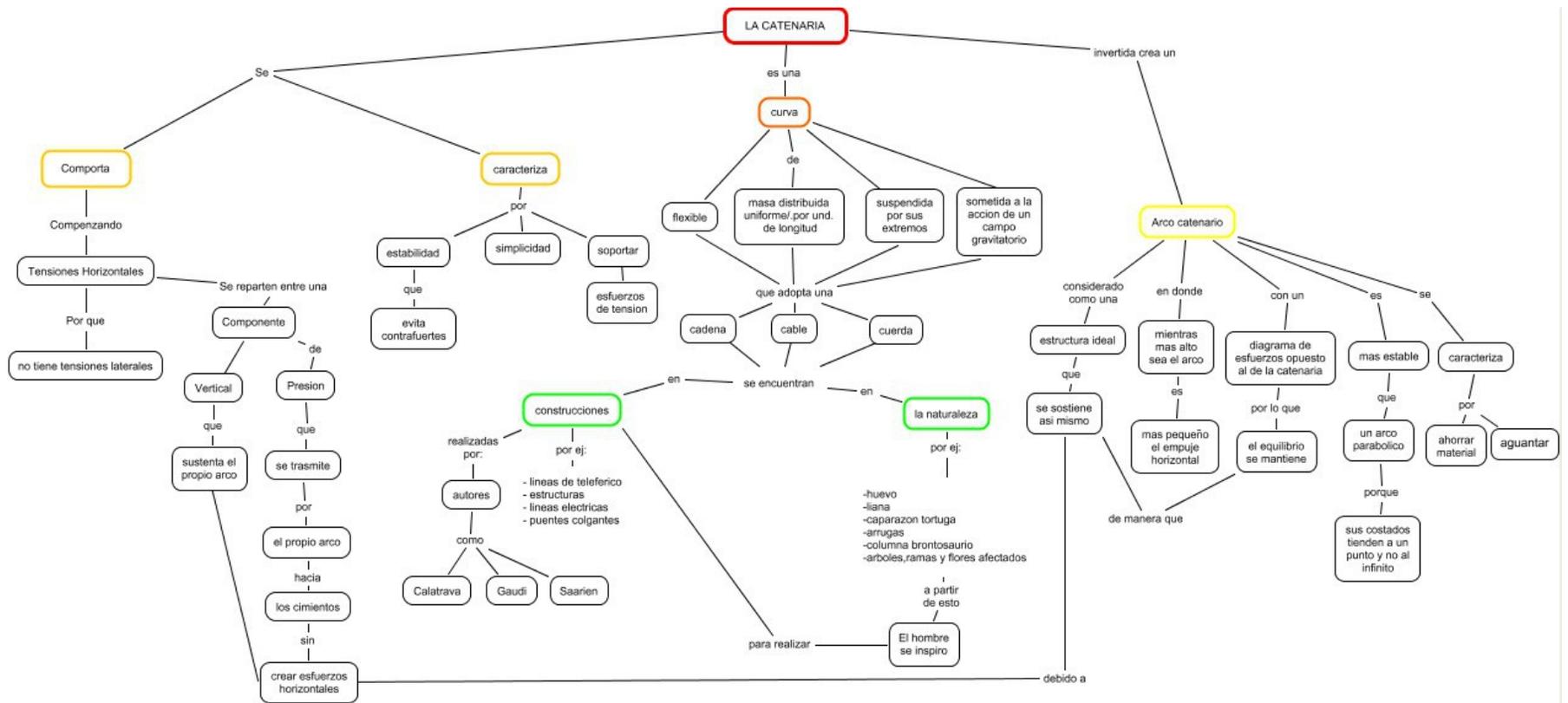
PORTADOR DE FUNCIÓN	DEFINICIÓN	REFERENTE BIOLÓGICO	PRINCIPIO DE SOLUCIÓN
UBICAR / POSICIONAR	Situar o instalar en determinado espacio o lugar.	El principio de solución no fue buscado en la naturaleza, la función de ubicar / posicionar será realizada por el usuario	
SOPORTAR	Sostener o llevar sobre sí una carga o peso.		 atenaria invertida C
ALMACENAR	Reunir o guardar cosas en un espacio determinado	El principio de solución no fue buscado en la naturaleza	

Fuente. Elaboración propia

3.2.3.7 Análisis del ser natural escogido

Con el fin de investigar y conocer a fondo el referente biónico seleccionado, se recurrió a documentos de autores como Beléndez (2001), Sánchez (2008), Ibáñez (2004), Gómez y Serrano (2002), Beer y Jhonston (1991). A partir de esta investigación se elaboró un mapa conceptual que resume todos los conceptos allí encontrados. Para ver la investigación completa, ver anexo 9.

Figura 48. Mapa conceptual catenaria

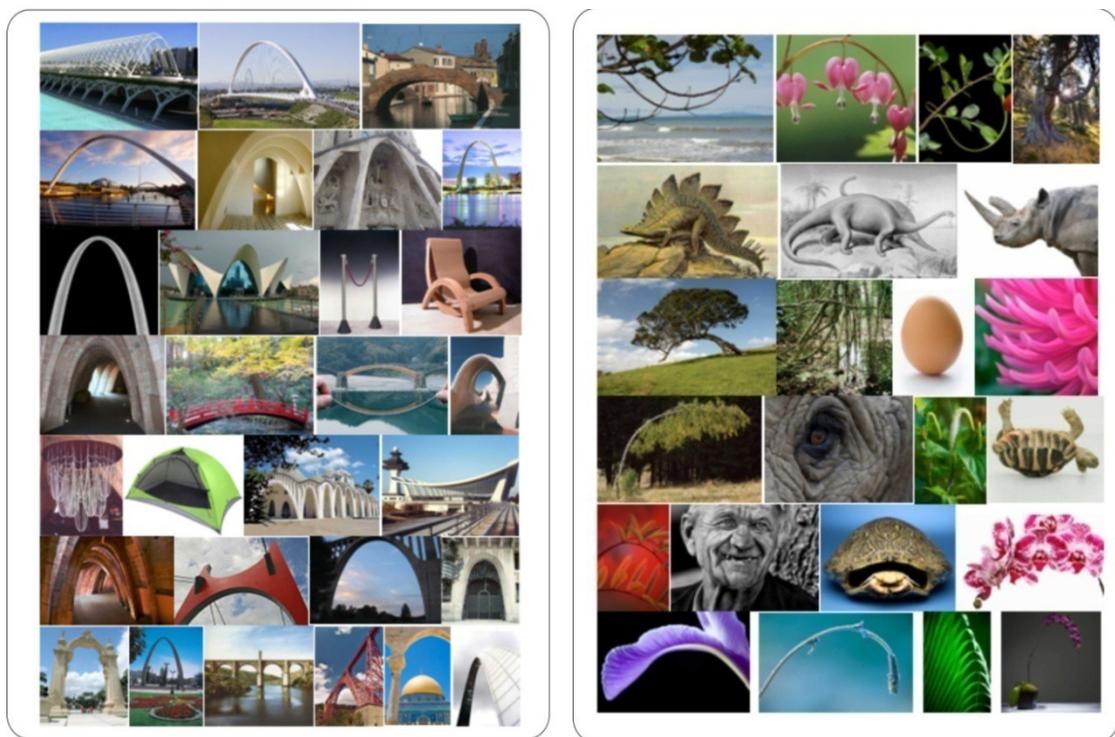


Fuente. Elaboración propia

3.2.3.8 Boards catenaria

Como parte de la exploración del ser natural escogido, se realizaron dos board sobre la catenaria. Uno muestra las diversas aplicaciones que se le ha dado a la catenaria invertida, conocida como el arco catenario, en la construcción. El otro board presenta a la catenaria en su origen, en la naturaleza, de donde tomo referencia el hombre para extraer una de las estructuras más óptimas existentes para la construcción (Ibáñez, 2004).

Figura 49. Boards Catenaria



Fuente. Elaboración propia

3.2.3.9 Cálculo de la catenaria

Dado que se tiene h y L definido, la ecuación de la curva queda definida en términos de estas variables. Al hallar un valor para K , en donde esta es una constante K , dicha ecuación será también constante, obteniendo así la fórmula de la catenaria al reemplazar los valores en la ecuación (1); por lo tanto existe una única curva que describa la catenaria para los valores de h y L .

Fórmulas para calcular la catenaria:

Ecuación (1)

Ecuación (2)

Fuente. Libro Mecánica vectorial para ingenieros ESTÁTICA

Cálculo de la catenaria para una longitud de 70 cm:

Tabla 4. Valores de L y h para calcular la catenaria (1)

L	70
h	73

Fuente. Elaboración propia

Teniendo los valores determinados para L y h , se asignó el valor de una constante a W_0 , a partir de la cual se halló un valor para F_h , que igualara el lado derecho de la ecuación (2) a la h . La búsqueda se realizó, asignando valores a F_h intuitivamente, hasta ir aproximándose a un valor que permitiera dicha igualdad, a medida que se iban asignando valores se iba limitando el rango, hasta encontrar el valor más semejante al valor de la h , siendo este finalmente el seleccionado para reemplazar en la ecuación (1). Para ver cómo se hallaron los valores a partir de los cuales se definió la fórmula de la catenaria, ver anexo 10.

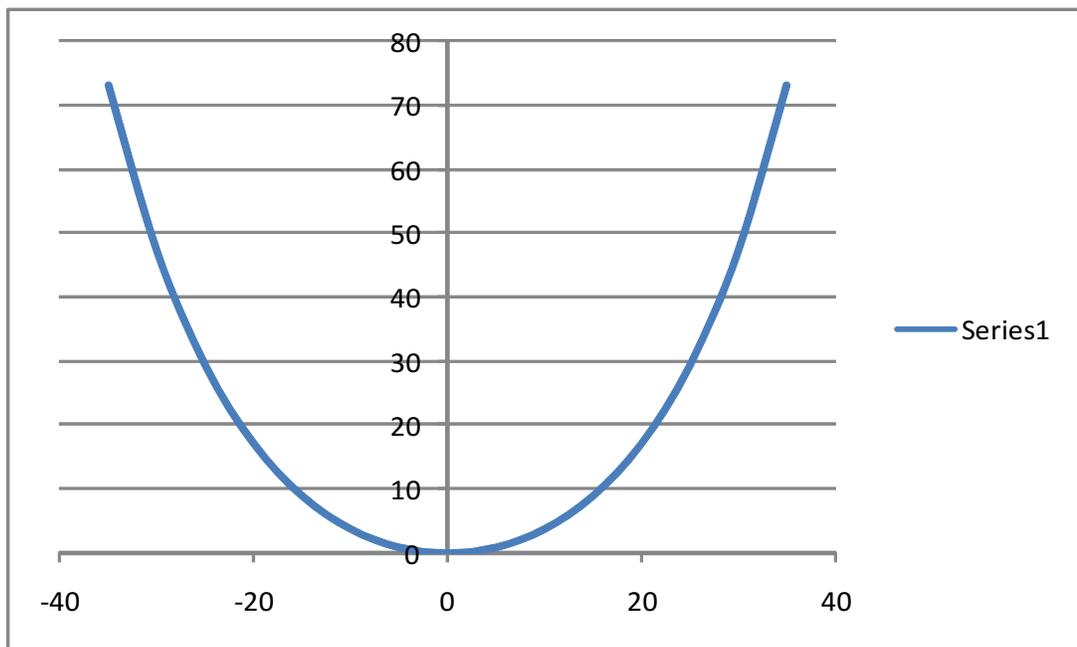
Tabla 5. Valores encontrados para la fórmula (1)

Wo	Fh	Lado derecho ecuación 5
5	69.43	73.00933684

Fuente. Elaboración propia

Ecuación de la catenaria:

Figura 50. Catenaria para L=70 y h= 73



Fuente. Elaboración propia

Cálculo de la catenaria para una longitud de 140 cm:

Tabla 6. Valores de L y h para calcular la catenaria (2)

L	140
h	73

Fuente. Elaboración propia

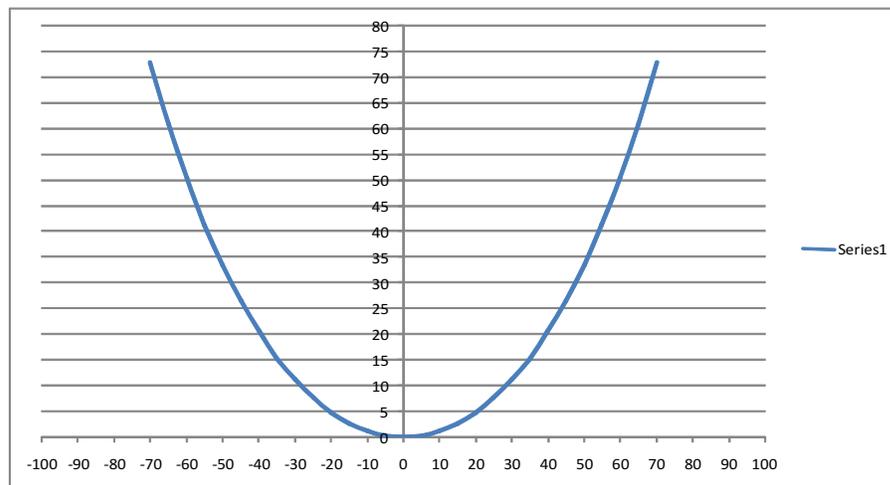
Tabla 7. Valores encontrados para la fórmula (2)

Wo	Fh	Lado derecho ecuación 5
5	210.3	73.00022465

Fuente. Elaboración propia

Ecuación de la catenaria:

Figura 51. Catenaria para L=140 y h= 73

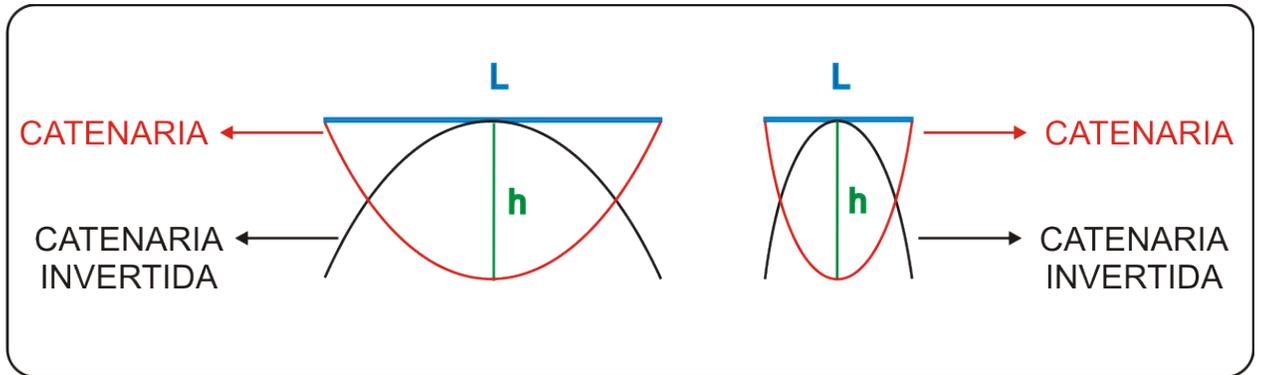


Fuente. Elaboración propia

3.2.4 Análisis funcional

En la Figura 52, se presenta la catenaria como función, a la cual le fue aplicado el principio de reflexión, obteniendo así la catenaria invertida; también conocida como arco catenario y considerado en el medio de la construcción como una de las estructuras más óptimas. Al ser la catenaria invertida un referente funcional, no puede ser modificada, es decir, la función no debe variar a menos que las distancias L o h varíen. Para cada combinación de valores asignados a L y h, existe una única catenaria ideal, por lo tanto, esta debe ser respetada para alcanzar su desempeño máximo.

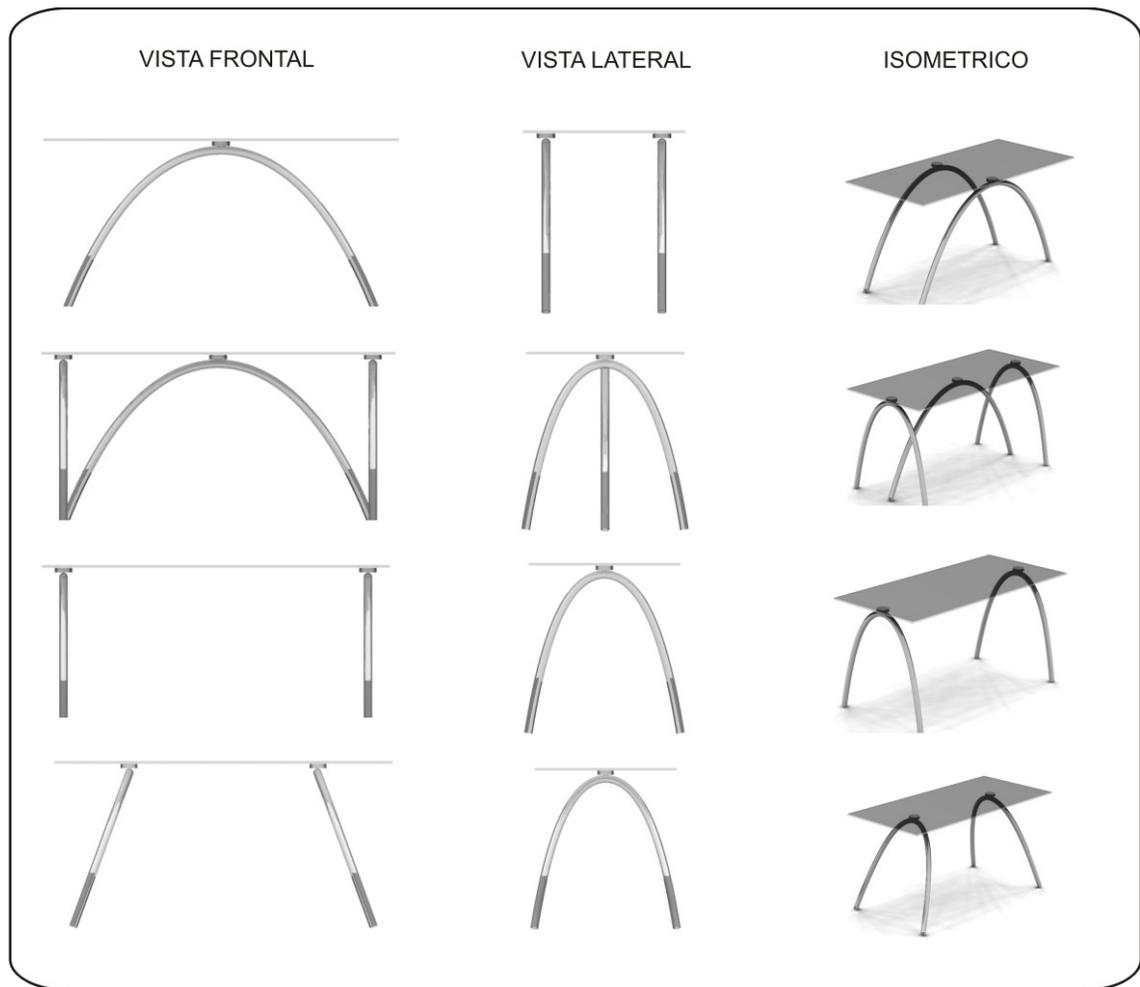
Figura 52. Gráfico resultante de catenaria invertida



Fuente. Elaboración propia

En la Figura 53, se plasman las diferentes propuestas de estructuras resultantes de las configuraciones de la catenaria invertida, las cuales se analizaron posteriormente en Ansys para evaluar su desempeño. Considerando que la catenaria no puede ser variada y que uno de los beneficios que se obtiene al emplear la catenaria es el ahorro de material, se realizaron configuraciones que fueran funcionales, utilizando pocas catenarias como estructura y teniendo en cuenta las distancias L y h respectivas para la ubicación asignada a la catenaria.

Figura 53. Configuraciones de arcos catenarios funcionales



Fuente. Elaboración propia

3.2.5 Análisis formal

Para el desarrollo del análisis formal, se siguió la metodología propuesta por el ingeniero de diseño de producto Nicolás Peñaloza. La metodología consta de cuatro etapas que se presentan en la figura 54.

Figura 54. Metodología análisis formal

Definición de atributos

Relación entre configuraciones y atributos

Desarrollar propuestas formales

Evaluación

Fuente. Nicolás Peñaloza

3.2.5.1 *Definición de atributos*

- Tranquilo
- Descansado
- Relajado
- Vanguardista
- Simple
- Alegre
- Armónico
- Ordenado
- Sobrio
- Placentero
- Minimalista
- Incentiva la creatividad
- Estimula la mente

3.2.5.2 Relación entre configuraciones y atributos

Figura 55. Mood board



Fuente. Elaboración propia

A partir de la elaboración del mood board, en el cual se reflejaron las formas, objetos, diseñadores o ambientes que reflejan y comunican los atributos del producto, se pudieron encontrar los posibles referentes formales. Para los atributos: tranquilo, descansado, relajado y placentero se encontraron referentes como el agua, las plantas, acuarios, la playa, la hamaca y las sillas Placentero del diseñador Batti y la Tumbona de Sha. La armonía se ve reflejada en los jardines zen y en la proporción. El minimalismo, la simplicidad y la sobriedad son atributos característicos de Apple, en donde productos con una apariencia tan simple estimulan la mente del diseñador; esta misma estimulación mental e incentivo de la creatividad, se ven reflejados en los diseños de Karim Rashid, solo que este no se inclina por una tendencia minimalista. Karim exalta los colores y la alegría en sus diseños, apuntando siempre a lo vanguardista. Koziol es una empresa que

a través de sus diseños expresa de igual forma alegría, absolutamente todos los diseños de esta firma alemana están pensados desde el diseño para las emociones. Y como su eslogan lo dice “*ideas for friends*”, sus productos estimulan la mente e incentivan la creatividad. Otro concepto que también resalta la alegría es el circo del sol; las expresiones de los artistas, los shows, el montaje, la vestimenta, los colores y los objetos que se emplean para el show son todos, un reflejo de alegría. El orden se puede encontrar en bibliotecas, la sobriedad en los automóviles Hyundai, Mercedes Benz y BMW, la motivación está presente en el trabajo en equipo y por último, otro estimulante de la mente es el material 3 Form, de Hunter Douglas, que son paneles traslucidos de eco resinas con materiales orgánicos o inorgánicos encapsulados en su interior.

Posterior a estas conclusiones, se hizo un análisis de cuál de estos referentes abarcaba la mayor cantidad de atributos, para así seleccionar el referente formal. En la tabla 8, se presentan los posibles referentes con los respectivos atributos que cumple. El que mayor cantidad de atributos tenía fue el seleccionado.

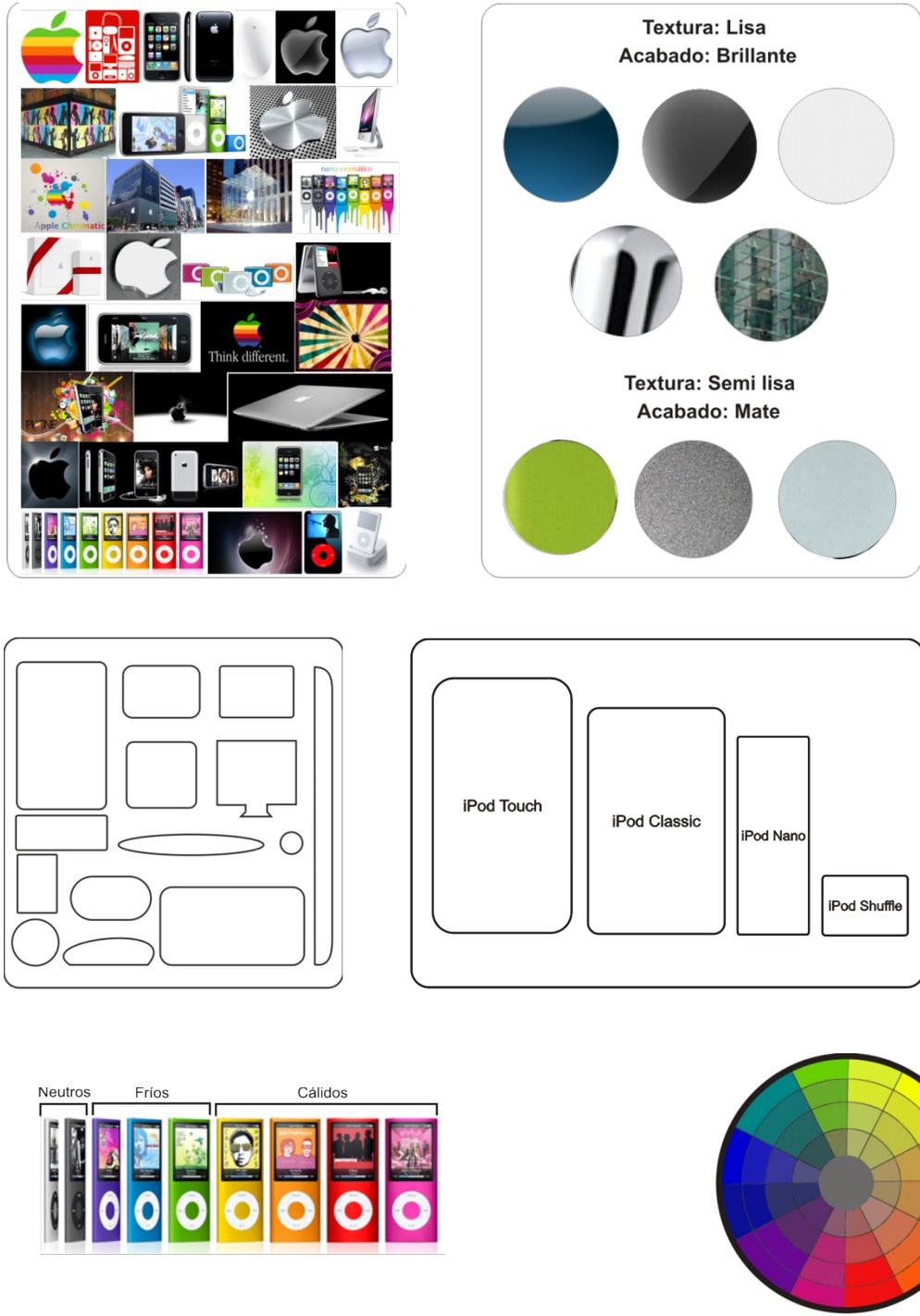
Tabla 8. Posibles referentes y sus atributos

REFERENTE	ATRIBUTOS						
	1	2	3	4	5	6	7
Apple	Alegre	Minimalista	Incentiva la creatividad	Estimula la mente	Simple	Vanguardista	Sobrio
karim Rashid	Alegre	Placentero	Incentiva la creatividad	Estimula la mente	Ordenado	Vanguardista	
Agua	Tranquilo	Placentero	Incentiva la creatividad	Estimula la mente	Relajado	Descansado	
Plantas	Tranquilo	Placentero	Incentiva la creatividad	Estimula la mente	Relajado	Descansado	
Circo del sol	Alegre	Placentero	Incentiva la creatividad	Estimula la mente	Ordenado	Vanguardista	
Koziol	Alegre	Placentero	Incentiva la creatividad	Estimula la mente	Ordenado		
Jardines Zen	Tranquilo	Minimalista	Relajado	Estimula la mente	Armonía		

Fuente. Elaboración propia

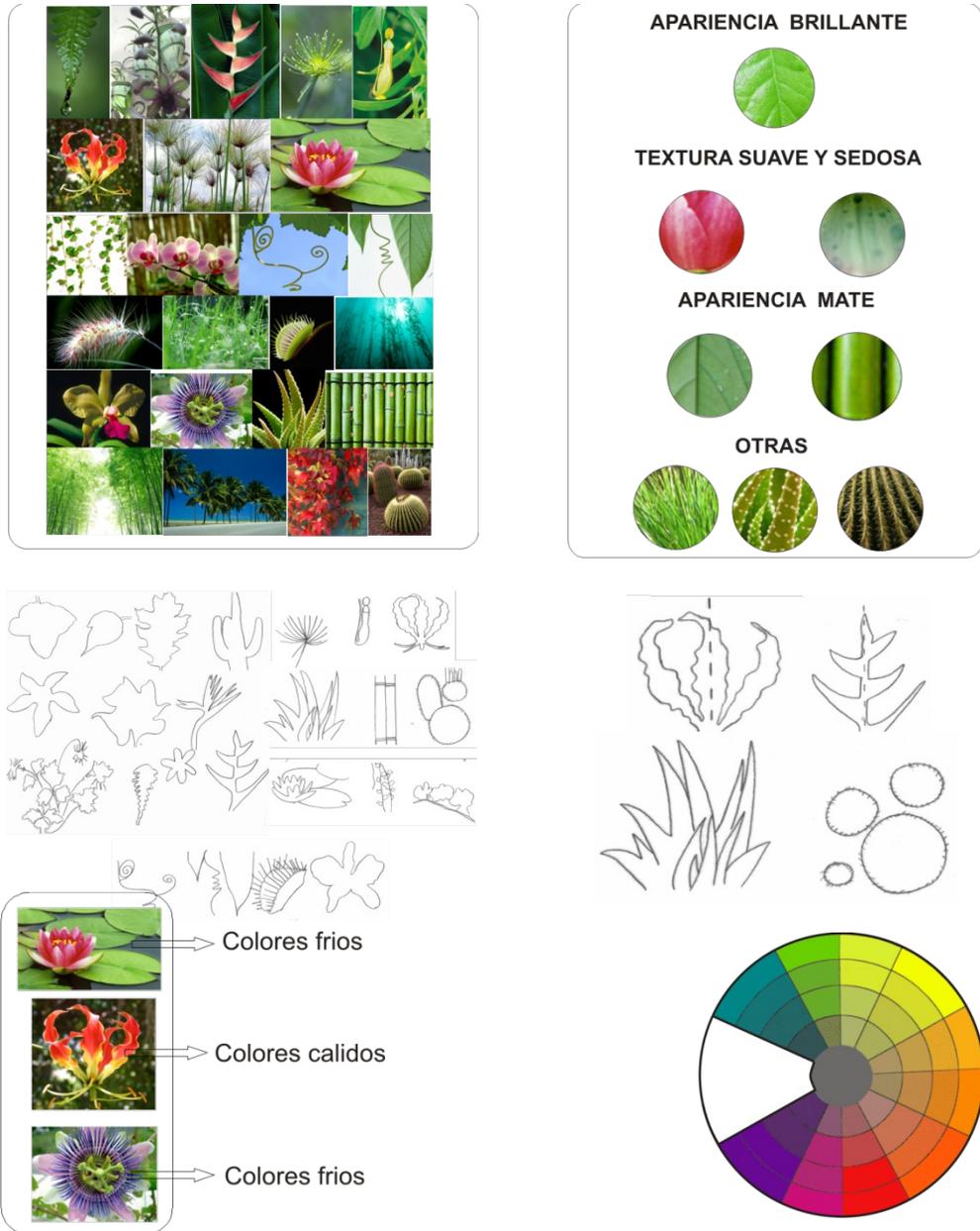
Los referentes seleccionados fueron Apple y las plantas; se seleccionaron dos referentes, debido a que se complementan entre sí. En las figuras 56 y 57, se presenta un resumen del análisis formal y el alfabeto visual de cada uno de los referentes; para ver el análisis completo de cada referente, ver anexo 11.

Figura 56. Análisis formal y alfabeto visual de Apple



Fuente. Elaboración propia

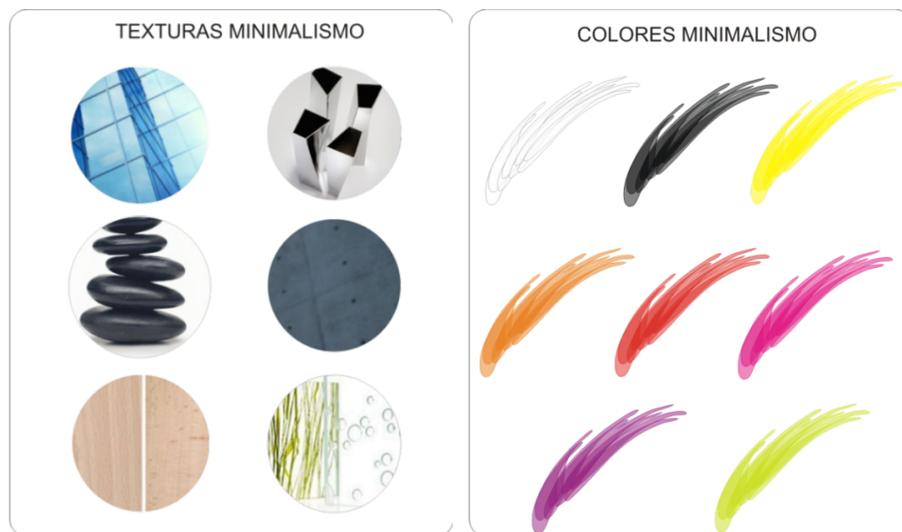
Figura 57. Análisis formal y alfabeto visual de las plantas



Fuente. Elaboración propia

Dentro del alfabeto visual, también se considero la tendencia minimalista, pues era indispensable tener presente lo que dicha tendencia propone en cuanto a texturas y colores, para alcanzar un diseño de mobiliario para oficina realmente minimalista. De igual forma como se extrajeron las texturas y los colores de los referentes formales Apple y plantas, presentados en las Figuras 56 y 57, se realizó para el concepto minimalismo. El board de texturas y el de colores del minimalismo, se muestran en la Figura 58.

Figura 58. Board texturas y colores minimalismo



Fuente. Elaboración propia

3.3 RESULTADOS ETAPA 3

3.3.1 Productos competitivos

Se seleccionaron productos competitivos de empresas nacionales e internacionales, basados en once criterios del PDS, considerados como los más relevantes. Estos productos se organizaron en dos tablas, presentadas en la Figura 59 (la primera con los productos nacionales y la segunda para los internacionales), en las cuales se analizó cada uno de los productos por separado, definiendo cuantos de los criterios cumplía cada producto. Una vez analizado cada producto, se procedió a darles una calificación en una escala de 0 a 10, donde 10 era la máxima calificación; para esto se

le dio un valor de 0.91 puntos a cada criterio. Para ver más detallado el análisis de cada producto competitivo, ver anexo 12.

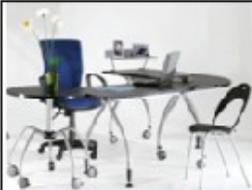
Criterios para la selección de productos competitivos:

1. El diseño del producto debe permitir la interacción entre dos personas dentro del puesto de trabajo
2. El mueble debe tener una apariencia novedosa y llamativa
3. El diseño debe seguir la tendencia minimalista, teniendo en cuenta la exploración de colores, texturas y acabados que esta propone, de manera que inspire tranquilidad, relajación, espacio con diseño, vanguardia y status:
 - Colores: Negro y/o blanco + un único color diferenciador
 - Texturas: Muy planas, lisas
 - Acabados: Brillantes
4. El diseño del mueble debe incluir elementos que incentiven la creatividad, considerando así, un espacio para los siguientes objetos:
 - Fotografías
 - Adornos
 - Objetos relajantes
 - Reproductores de música
5. La superficie de trabajo debe tener formas simétricas, simples y complementarias.
6. El puesto de trabajo debe ser modular, de manera que favorezca el trabajo colaborativo
7. El puesto de trabajo debe ser versátil, ofreciendo la posibilidad de tener un puesto de trabajo para una persona más visitante, y a la vez, ser configurado con otros

puestos iguales y formar superficies conectadas que favorezcan el trabajo en equipo.

8. El puesto debe estar complementado con un producto que permita el almacenamiento de objetos, papelería, herramientas de trabajo, muestras de piezas y materiales, folder, entre otros; que pueda ser desplazado de un lugar a otro con facilidad.
9. El mueble debe ser ergonómico, y los objetos deben poder ser alcanzados fácilmente
10. El precio del producto no debe superar los \$ 3'000.000

Figura 59. Productos Competitivos

					
Manufacturas Muñoz	Manufacturas Muñoz	Famoc Depanel	Industrias ROD	Compumuebles	Las Bibliotecas X
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6
					
Solinoff	Mepal	Las Bibliotecas X	Las Bibliotecas X	Las Bibliotecas X	Moderline
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 4	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 4	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5
					
Scanform	Ducon	Moderline	Jose Riveros	Ezgo Studio	Manufacturas Muñoz
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5
					
Muebles Wonderful	Muebles Wonderful	Muebles Wonderful	Decorato	Decorato	Decorato
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6

					
Herman Miller	Ofita	Heron Parigi	Della Valentina	Watson Desking	Frezza - Jofco
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 3	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7
					
Triángulo	Knoll	Knoll	Knoll	Della Valentina	Styloffice
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5
					
Styloffice	Styloffice	Styloffice	Steelcase	Steelcase	Tecnimuebles
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6
					
Davis	Tecnimuebles	Ofita	Ofita	Tecnimuebles	G2 Mobiliario
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pts 7

Fuente. Elaboración propia

Se seleccionaron como los productos más competitivos, aquellos que tuvieron una calificación igual o superior a siete puntos. En la Figura 60, se muestran los puestos que cumplieron con esta puntuación. Para conocer el precio de cada uno de estos productos, ver anexo 13.

Figura 60. Productos Competitivos mejor puntuados



Manufacturas Muñoz, Manufacturas Muñoz, Famoc De Panel, Compumuebles, Las Bibliotecas X, Las Bibliotecas X, Las Bibliotecas X, Muebles Wonderful, Decorato, Decorato, José Riveros, Ezgo Studio, Ofita, Della Valentina, Frezia Jofco, Knoll, G2 Mobiliario, Steelcase.

Fuente. Elaboración propia

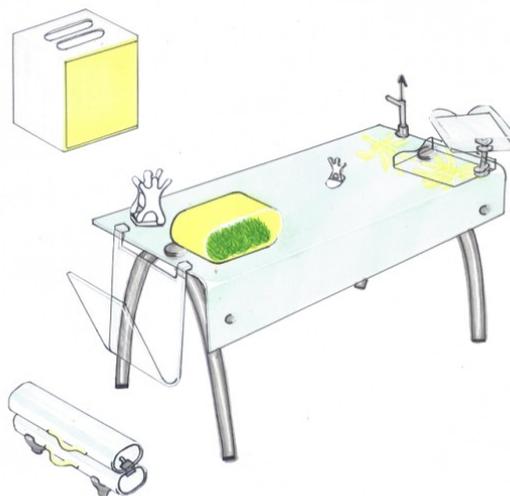
De los puestos con mejor puntuación, se encontró que la mayoría son productos nacionales y tan solo tres eran internacionales. Esto muestra que el mercado colombiano ofrece buenas alternativas en puestos de trabajo a uno precios muy razonables.

3.3.2 Conceptos de diseño desarrollados aplicando la biónica

A partir del análisis funcional de la catenaria invertida y del análisis formal y alfabeto visual de Apple y las plantas, se procedió a realizar la generación de alternativas, utilizando las configuraciones estructurales conformadas con arcos catenarios (catenarias invertidas) presentadas en la Figura 53 y las formas, colores y texturas extraídas del análisis formal desarrollado en el numeral 3.2.5.

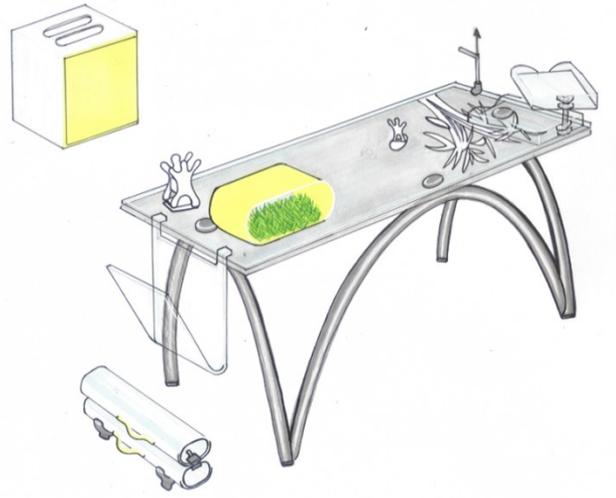
La generación de alternativas siguió un proceso creativo que culminó con la realización de una serie de renders. Estos renders representan principalmente, formas, materiales e ideas y contienen unas aproximaciones básicas del puesto. En las Figuras 61, 62 y 63 se presentan los renders de las tres alternativas desarrolladas. Para las alternativas A y B se hizo una única propuesta de accesorios.

Figura 61. Alternativa de diseño A



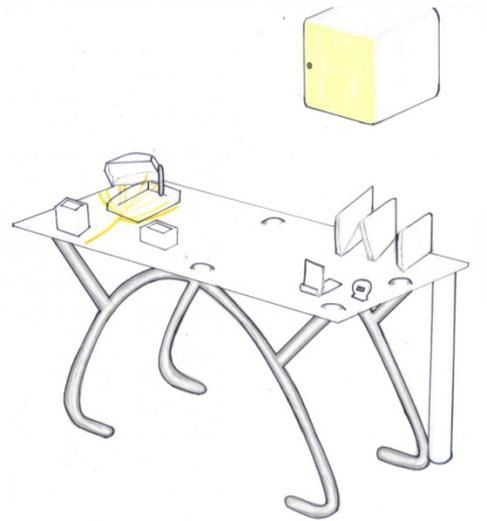
Fuente. Elaboración propia

Figura 62. Alternativa de diseño B



Fuente. Elaboración propia

Figura 63. Alternativa de diseño C



Fuente. Elaboración propia

3.3.3 Valoración de la prefactibilidad económica

Se realizó un análisis de pre factibilidad económica para la producción del mobiliario suponiendo las instalaciones de una pequeña empresa de este sector. Para la evaluación de este proyecto se utilizaron los indicadores VAN y TIR, para determinar el beneficio económico y tasa de retorno del proyecto con lo cual se puede determinar la viabilidad del proyecto al menos en la primera fase de análisis económico. Para realizar esta valoración se elaboró un costeo detallado del producto; las demás alternativas también se incluyeron en el costeo. Para ver las tablas de costeo, ver anexo 15.

3.3.3.1 *Programa de producción de una pequeña empresa del sector mobiliario*

Se definió un horizonte de evaluación de 3 años. Se partió de la base de que al ser una pequeña empresa tendrá que tercerizar la mayoría de los procesos, pues este tipo de empresas no cuentan con las instalaciones necesarias para estos. Teniendo en cuenta las cotizaciones y consultas de los diferentes proveedores, el tiempo de entrega del producto es de 8 días; esto teniendo en cuenta además un sólo turno de 8 horas diarias. Con base en esto y en la demanda estimada por un comercializador de mobiliario de la ciudad, se considero lo siguiente: 26 unidades el primer año, 40 unidades el segundo y 52 unidades el tercer año.

3.3.3.2 *Capital de trabajo*

Para una pequeña empresa, este proyecto puede requerir aproximadamente un aumento en su capital de trabajo de \$9.000.000, basados en los inventarios que se debe tener del producto, el plazo que otorguen los proveedores y el plazo que a su vez otorgue esta empresa a sus clientes para el pago de las facturas, en ambos casos se estimo un plazo de 30 días.

3.3.3.3 *Costos de producción y precio de venta del producto*

Los datos que se utilizaron para estimar estos costos se tomaron de las diferentes cotizaciones solicitadas a diferentes proveedores en el proceso de investigación. (Los proveedores seleccionados fueron FORINOX, OH ACRILICOS, COBRE Y VIDRIOS.

Tabla 9. Costeo producto

COSTEO ALTERNATIVA SELECCIONADA (PRODUCCIÓN EN SERIE)						
CANTIDAD	PIEZA	MATERIAL	ESPECIFICACIONES	PROCESO	COSTO	COSTO TOTAL
1	Superficie de trabajo	Vidrio	Templado 10 mm	Recocido/Corte/Templado/Biselado	\$ 256.000	\$ 256.000
1	Estructura	Acer inoxidable	Diámetro: 1" 1/2 Calibre: 14	Corte/Doblado/Soldadura interna/ Pulido/Ensamble/Brillado	\$ 700.000	\$ 700.000
1	Repisa	Acrílico	Espesor: 3 mm	Corte/Pulido/Brillado/Doblado/Pegado	\$ 40.500	\$ 40.500
2	Bandejas entrada y salida	Acrílico	Espesor: 3 mm	Corte/Pulido/Brillado/Doblado/Pegado	\$ 36.000	\$ 72.000
1	Cd/fotos holder	Acer inoxidable	Diámetro 1: 11 mm Diámetro 2: 6 mm	Corte/Soldadura/Pulido/Ensamble/Brillado	\$ 40.000	\$ 40.000
1	Modulo almacenamiento	Acrílico	Espesor: 4 mm	Corte/Pulido/Brillado/Pegado	\$ 90.000	\$ 90.000
1	Revistero	Acer inoxidable	Diámetro1: 11 mm Diámetro 2: 6 mm	Corte/Doblado/Pulido/ Ensamble/Brillado	\$ 80.000	\$ 80.000
1	Recipiente multiusos	Acrílico	Espesor: 3 mm	Corte/láser/Pulido/Brillado/Doblado/Pegado	\$ 21.300	\$ 21.300
1	Base para celular	Acrílico	Espesor: 3 mm	Corte láser/Pulido/Brillado/Doblado/Pegado	\$ 10.800	\$ 10.800
2	Tubos para almacenar impresiones gran formato	Acrílico	Espesor: 3 mm	Corte/Pulido/Brillado/Doblado sobre molde/Pegado	\$ 36.000	\$ 72.000
2	Base para tubos para almacenar impresiones gran formato	Aluminio		Fundición en aluminio / Método: Coquilla	\$ 20.000	\$ 40.000
1	Gancho porta cartera	Hierro	Caucho antideslizante	<i>Pieza comercial</i>	\$ 9.700	\$ 9.700
1	Grana sintética	Plástico	Altura de la grama: 25 mm	<i>Pieza comercial</i>	\$ 3.110	\$ 3.110

1	Rieles para modulo de almacenamiento	Acer o inoxi dabl e		Corte/Soldadura interna/Pulido/Ensamble/Brillado	\$ 75.000	\$ 75.000
1	Superficie módulo conector	Vidri o	Templado 12 mm	Recocido/Corte/Templado/Biselado	\$ 108.000	\$ 108.000
1	Estructura modulo conector	Acer o inoxi dabl e	Diámetro: 1" 1/2 Calibre: 14	Corte/Doblado/Soldadura interna/ Pulido/Ensamble/Brillado	\$ 342.000	\$ 342.000
1	Aplicación gráfica	Vinil o adhe sivo	Monomérico calandrado Calibre: 0,75 gr	Corte láser/Adhesión a la superficie aplicando agua jabonosa	\$ 80.000	\$ 80.000
1	Aplicación gráfica superficie modulo conector	Vinil o adhe sivo	Monomérico calandrado Calibre: 0,75 gr	Corte láser/Adhesión a la superficie aplicando agua jabonosa	\$ 25.000	\$ 25.000
					TOTAL	\$ 2.040.410

Fuente. Elaboración propia

Para calcular el costo total de cada pieza se el costo de fabricación para cubrir los costos de mano de obra del personal de la empresa que deba ensamblar y empacar, cuando se reciban las diferentes partes en la fábrica.

Tabla 10. Precio detallado del producto

PRECIO VENTA AL PUBLICO ALTERNATIVA SELECCIONADA					
CANTIDAD	PIEZA	COSTO	% UTILIDAD	PRECIO VTA PUBLICO	BENEFICIO ECONOMICO
1	Puesto de trabajo	\$ 1.056.720	45%	\$ 1.921.309	\$ 864.589
1	Repisa	\$ 44.482	40%	\$ 74.137	\$ 29.655
1	Bandejas entrada y salida	\$ 73.440	40%	\$ 122.400	\$ 48.960

1	Cd/fotos holder	\$ 40.800	40%	\$ 68.000	\$ 27.200
1	Modulo almacenamiento + rieles	\$ 168.300	30%	\$ 240.429	\$ 72.129
1	Revistero	\$ 81.600	50%	\$ 163.200	\$ 81.600
1	Recipiente multiusos	\$ 21.726	55%	\$ 48.280	\$ 26.554
1	Base para celular	\$ 11.016	50%	\$ 22.032	\$ 11.016
1	Tubos para almacenar impresiones gran formato	\$ 36.720	40%	\$ 61.200	\$ 24.480
2	Base para tubos para almacenar impresiones gran formato	\$ 40.800	40%	\$ 68.000	\$ 27.200
1	Gancho porta cartera	\$ 9.894	40%	\$ 16.490	\$ 6.596
1	Módulo conector	\$ 484.500	25%	\$ 646.000	\$ 161.500

Fuente. Elaboración propia

3.3.3.4 Evaluación económica

En esta etapa se utilizaron dos indicadores que se usan tradicionalmente en la evaluación de proyectos de inversión, como lo son valor actual neto (VAN) (Williams, 1990) y tasa interna de retorno (TIR) (Baca Urbina, 1996).

El VAN se define como el valor presente de una series de flujos de caja futuros, producto de una inversión. La TIR es la tasa de descuento con la que el VAN se hace igual a cero; en otras palabras, es la tasa que iguala la suma de los flujos netos descontados con la inversión inicial. Para hallar el VAN se debe establecer una tasa de descuento que debe el costo de oportunidad del inversionista, como en este caso no hay otro proyecto para invertir se tomara la DTF de la semana 20 al 26 de abril de 2009 – 7.15% EA (Banco de la República, 2009) como tasa libre de riesgo.

Tabla 11. Ingresos del proyecto

INGRESOS DEL PROYECTO		
AÑO	UNIDADES	INGRESOS
1	26	\$ 89.738.393
2	40	\$ 138.059.066
3	52	\$ 179.476.786

Fuente. Elaboración propia

VNA = \$ 141.453.172

TIR = 471%

Para efectos de la evaluación, se trabajo bajo los supuestos de certidumbre en ventas del 100% de la producción e inflación cero. El análisis de ambos indicadores lleva a la aceptación del proyecto. El VAN positivo quiere decir que el proyecto está en capacidad de pagar una tasa del 7.15% EA y generar un beneficio económico de \$141.453.173. Incluso analizando la TIR podemos observar que el proyecto está en capacidad de pagar una tasa mucho mayor, sin embargo hay que tener en cuenta que la TIR por definición considera la reinversión de los flujos de caja a la misma tasa del proyecto, lo cual no es siempre posible en la realidad.

3.3.4 Cálculos en elementos finitos

El objetivo de este análisis FEA, trató de simular el comportamiento estático de la geometría en la catenaria y en el total de la estructura del puesto de trabajo, para así determinar las dimensiones y características del perfil que soportaría las cargas de la estructura. Dos objetivos fueron evaluados: resistencia del material y rigidez de la estructura. La resistencia se evaluó frente al límite máximo elástico del material dividido por un factor de seguridad de entre 2 y 3 puntos, y la rigidez se determinó con un rango posible de deformaciones entre 2 y 10 mm.

Como primer paso en el análisis se definió el tipo de elemento FEA a emplear, luego los materiales a considerar en el análisis como también el sistema de unidades a utilizar, posteriormente se definieron unas condiciones de frontera (cargas y restricciones) en la estructura, luego se delimitaron los casos de estudio para obtener resultados de esfuerzos y deformaciones para su posterior conclusión y decisión del perfil a utilizar. Se aclara que el proceso es teórico-experimental, puesto que las limitantes de manufactura también son consideradas para la toma de decisión del material y perfil a utilizar.

Para ver el análisis completo, ver anexo 16.

3.3.4.1 *Materiales*

Se limitó a considerar un perfil tubular, por sus facilidades al adquirir la forma deseada, además del componente estético que brinda. Otro motivo, se basa en las razones técnicas de durabilidad, resistencia a la corrosión y alta ductilidad, además de las razones estéticas, de moda y uso. En el medio del mobiliario se considera la tubería en acero inoxidable como un material ideal para la estructura, esto sin dejar de considerar la viabilidad del acero tubular laminado en frío para efectos de comparación con materiales también utilizados en el medio. En la Tabla 1 del anexo 16, se muestra en detalle dicho material a emplear.

3.3.4.2 Resultados análisis arcos catenarios

A continuación se presenta en la Tabla 12, los resultados de dos paquetes de estudio, en donde varía la geometría de la catenaria según la propuesta de diseño 1 y 4, el paquete de la catenaria larga C18 contienen variaciones del diámetro de la tubería.

Tabla 12. Resultados de la catenaria inclinada y catenaria larga

Arco catenario corto inclinado C18	Caso de estudio No	Nom archivo	Seccion no	Diametro (pulg)	Diametro (mm)	Radio int (mm)	Radio ext (mm)	Espesor (mm)	Area (mm2)	Carga (N)	Esfuerzos (Mpa)	Factor de seguridad AISI 1020 cold rolled steel	Factor de seguridad AISI 304 stainless steel	Deformaciones AISI 304 stainless steel
	1,1	ACI_C18_1	1	1,00	25,40	11,50	12,70	1,20	91,23	1000	270,01	1,30	0,80	19,74

Arco catenario largo C18	Caso de estudio No	Nom archivo	Seccion no	Diametro (pulg)	Diametro (mm)	Radio int (mm)	Radio ext (mm)	Espesor (mm)	Area (mm2)	Carga (N)	Esfuerzos (Mpa)	Factor de seguridad AISI 1020 cold rolled steel	Factor de seguridad AISI 304 stainless steel	Deformaciones AISI 304 stainless steel
	2,4	AL_C18_4	4	2,00	50,80	24,20	25,40	1,20	186,99	1000	114,00	2,19	2,63	7,30
	2,3	AL_C18_3	3	1,50	38,10	17,85	19,05	1,20	139,11	1000	207,77	1,20	1,44	18,65
	2,2	AL_C18_2	2	1,25	31,75	14,68	15,88	1,20	115,17	1000	304,92	0,82	0,98	32,76
	2,1	AL_C18_1	1	1,00	25,40	11,50	12,70	1,20	91,23	1000	490,24	0,51	0,61	65,60

Fuente. Elaboración propia

Como primer caso de estudio, se analizó la catenaria corta inclinada de la propuesta de diseño No. 4. En la Tabla 12 se especificaron los resultados de dicho caso y se concluyó, que al estar inclinada, la fuerza vertical sobre ella tendrá como reacción otro momento flector sobre sus apoyos igual a la fuerza por la distancia horizontal entre la carga y los apoyos, incrementando los esfuerzos sobre la estructura. Si es comparado el resultado de esta en el Caso de Estudio No 1.1 (Ver Imagen 3 en la Figura 68) con el Caso 3.1 en la Tabla 13, equivalente a la misma catenaria no inclinada con mismo calibre y diámetro, se observa que son mayores los esfuerzos, 270 MPa frente a 263 MPa, por lo tanto aunque es poca la diferencia, es

más eficiente la catenaria corta no inclinada. En la Imagen 3 de la Figura 69, en el Caso 1.1, se observa dicho efecto mencionado en los extremos de la catenaria.

Tabla 13. Resultados de la Variación de la catenaria corta

Arco catenario corto C18	Caso de estudio No	Nom archivo	Seccion no	Diametro (pulg)	Diametro (mm)	Radio int (mm)	Radio ext (mm)	Espesor (mm)	Area (mm ²)	Carga (N)	Esfuerzos (Mpa)	Factor de seguridad AISI 1020 cold rolled steel	Factor de seguridad AISI 304 stainless steel	Deformaciones AISI 304 stainless steel
	3,4	AC C18_4	4	2,00	50,80	24,20	25,40	1,20	186,99	1000	61,35	5,71	3,50	2,01
3,3	AC C18_3	3	1,50	38,10	17,85	19,05	1,20	139,11	1000	111,57	3,14	1,93	7,02	
3,2	AC C18_2	2	1,25	31,75	14,68	15,88	1,20	115,17	1000	163,57	2,14	1,31	12,32	
3,1	AC C18_1	1	1,00	25,40	11,50	12,70	1,20	91,23	1000	263,08	1,33	0,82	24,72	

Arco catenario corto C16	Caso de estudio No	Nom archivo	Seccion no	Diametro (pulg)	Diametro (mm)	Radio int (mm)	Radio ext (mm)	Espesor (mm)	Area (mm ²)	Carga (N)	Esfuerzos (Mpa)	Factor de seguridad AISI 1020 cold rolled steel	Factor de seguridad AISI 304 stainless steel	Deformaciones AISI 304 stainless steel
	4,4	AC C16_4	4	2,00	50,80	23,80	25,40	1,60	247,31	1000	47,12	7,43	4,56	2,24
4,3	AC C16_3	3	1,5	38,1	17,45	19,05	1,6	183,47	1000	86,329	4,05	2,49	5,44	
4,2	AC C16_2	2	1,25	31,75	14,28	15,88	1,60	151,55	1000	127,46	2,75	1,69	9,60	
4,1	AC C16_1	1	1,00	25,40	11,10	12,70	1,60	119,63	1000	206,99	1,69	1,04	19,45	

Arco catenario corto C14	Caso de estudio No	Nom archivo	Seccion no	Diametro (pulg)	Diametro (mm)	Radio int (mm)	Radio ext (mm)	Espesor (mm)	Area (mm ²)	Carga (N)	Esfuerzos (Mpa)	Factor de seguridad AISI 1020 cold rolled steel	Factor de seguridad AISI 304 stainless steel	Deformaciones AISI 304 stainless steel
	5,4	AC_14_4	4	2,00	50,80	23,50	25,40	1,90	291,89	1000	40,392	8,67	5,32	1,92
5,3	AC_C14_3	3	1,50	38,10	17,15	19,05	1,90	216,08	1000	74,50	4,70	2,89	4,69	
5,2	AC_C14_2	2	1,25	31,75	13,98	15,88	1,90	178,18	1000	110,46	3,17	1,95	8,32	
5,1	AC_C14_1	1	1,00	25,40	10,80	12,70	1,90	140,27	1000	180,70	1,94	1,19	16,8	

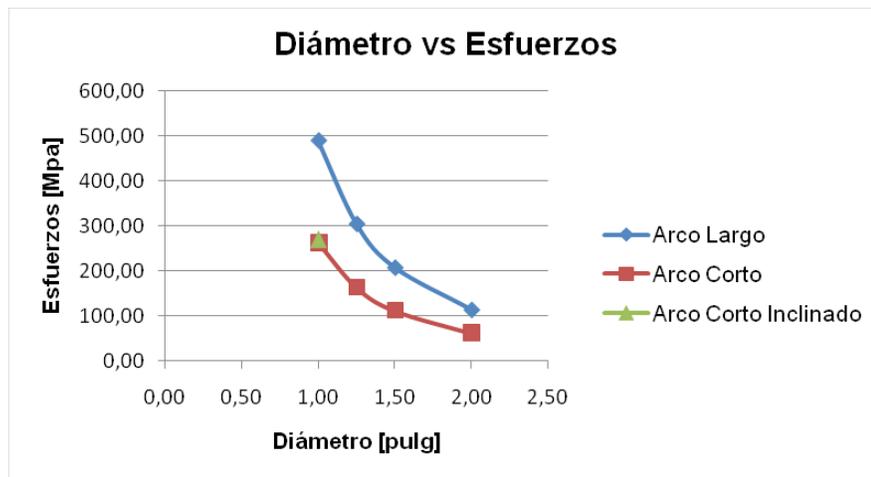
Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 12 también se observa una notoria diferencia entre el Caso 2.3 y el Caso 3.3 de la Tabla 13, el equivalente en cuanto a diámetro y calibre. Aquí se compararon los esfuerzos en estas dos distintas geometrías, catenaria corta y catenaria larga, (ver Imagen 3 en la Figura 68 y la Error: No se encuentra la fuente de referencia en la Figura 69) concluyendo que por ser más la distancia horizontal entre la carga y los apoyos de esta los esfuerzos se incrementan en considerable medida, 207

MPa del Caso 2.3 frente a 111 Mpa del Caso 3.3, siendo así mas eficiente la catenaria corta. En la Figura 64, se evidencia dicha eficiencia de la catenaria corta frente

a la larga en sus cuatro diámetros considerados comerciales de la tubería en acero inoxidable. Es por esta razón que se seleccionó esta geometría que compondrá la estructura, dos catenarias cortas serán entonces las que soportan la carga del puesto de trabajo, tal cual como se representa en la Propuesta de Diseño A, mostrada en la Figura 61.

Figura 64. Comparación de 3 geometrías de catenaria en cuanto a Diámetro vs Esfuerzos

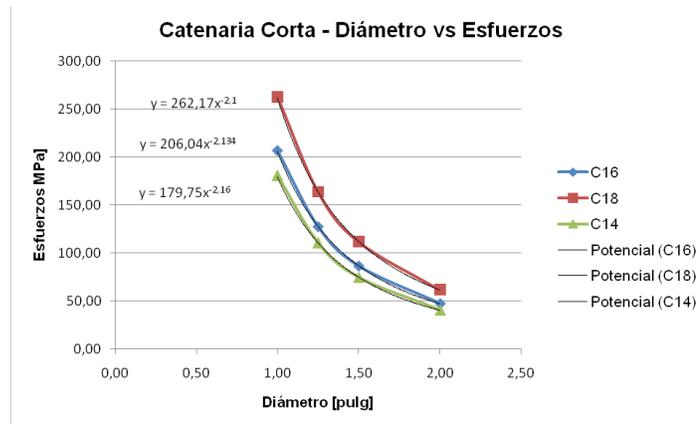


Fuente. Elaboración

propia

Luego entonces de escoger la geometría, se entra en detalle estudiando las variaciones de calibre y diámetro para dicha geometría (ver Figura 65), encontrando una ecuación potencial para cada calibre en función del diámetro, de esta forma se concluye con seguridad que el Calibre 14 por contener mas área en su sección transversal es más eficiente, ahora, no depende del calibre sino también del diámetro y encontrar el adecuado tanto por diseño como por procesos de manufactura.

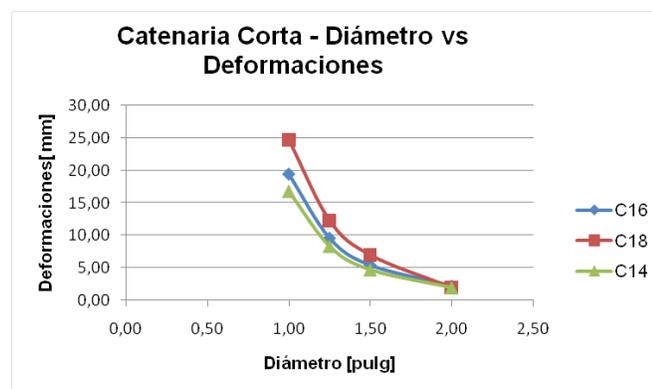
Figura 65. Resultados de esfuerzos para cada calibre en variación del diámetro



Fuente. Elaboración propia

Los dos aspectos a considerar cuando se diseña una estructura son la resistencia del material y la rigidez de la estructura, en la Figura 65, se compara la resistencia en función de los esfuerzos y en la Figura 66 se compara la rigidez en función de las deformaciones, este último aspecto garantiza que la estructura no presente grandes deformaciones con respecto a su dimensión total.

Figura 66. Resultados de deformaciones para cada calibre en variación del diámetro

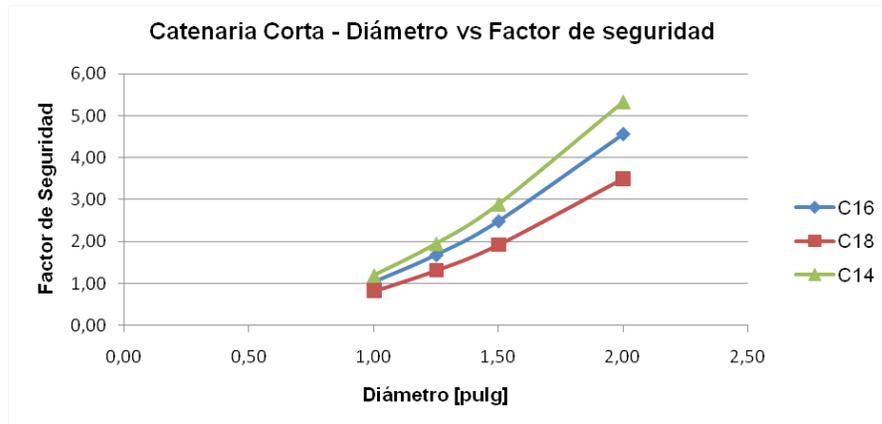


Fuente. Elaboración propia

Ahora, para efectos de que la estructura no esté sobredimensionada, se determinó un factor de seguridad de 2 puntos, que garantizara que las catenarias soportarán las cargas

aplicadas al puesto de trabajo, este parámetro es de importancia y debe ser siempre considerado en un proceso de diseño puesto que la estructura debe ser confiable, resistente y rígida.

Figura 67. Resultados de deformaciones para cada calibre en variación del diámetro



Fuente. Elaboración propia

La conclusión y decisión de cual perfil es el ideal, con razones teórico-experimentales, da como resultado, que el perfil de los casos 4.3 y 5.3 cumplen con las condiciones, y por efectos de estética y un poco de diferencia entre los factores de seguridad de estos dos, el Caso 5.3 es seleccionado.

Este con unos esfuerzos máximos de 74,5 MPa (ver Figura 68. Imágenes análisis esfuerzos von – Misses para los casos 1.1 y 2.3 en la Figura 68) sobre el límite de fluencia del material 215 MPa, da un factor de seguridad de 2,89 puntos dando cumplimiento al objetivo de garantizar la resistencia del material, y con una deformación máxima de 4,69 mm (ver Imagen 2 en la Figura 68) da cumplimiento al objetivo de rigidez, estos datos son mostrados y resaltados en la Tabla Tabla 14.

Tabla 14. Perfil seleccionado para la estructura

Arco catenario corto C16	Caso de estudio No	Nom archivo	Seccion no	Diametro (pulg)	Diametro (mm)	Radio int (mm)	Radio ext (mm)	Espesor (mm)	Area (mm ²)	Carga (N)	Esfuerzos (Mpa)	Factor de seguridad AISI 1020 cold rolled steel	Factor de seguridad AISI 304 stainless steel	Deformaciones AISI 304 stainless steel
	4,4	AC_C16_4	4	2,00	50,80	23,80	25,40	1,60	247,31	1000	47,12	7,43	4,56	2,24
	4,3	AC_C16_3	3	1,5	38,1	17,45	19,05	1,6	183,47	1000	86,329	4,05	2,49	5,44
	4,2	AC_C16_2	2	1,25	31,75	14,28	15,88	1,60	151,55	1000	127,46	2,75	1,69	9,60
	4,1	AC_C16_1	1	1,00	25,40	11,10	12,70	1,60	119,63	1000	206,99	1,69	1,04	19,45

Arco catenario corto C14	Caso de estudio No	Nom archivo	Seccion no	Diametro (pulg)	Diametro (mm)	Radio int (mm)	Radio ext (mm)	Espesor (mm)	Area (mm ²)	Carga (N)	Esfuerzos (Mpa)	Factor de seguridad AISI 1020 cold rolled steel	Factor de seguridad AISI 304 stainless steel	Deformaciones AISI 304 stainless steel
	5,4	AC_14_4	4	2,00	50,80	23,50	25,40	1,90	291,89	1000	40,392	8,67	5,32	1,92
	5,3	AC_C14_3	3	1,50	38,10	17,15	19,05	1,90	216,08	1000	74,50	4,70	2,89	4,69
	5,2	AC_C14_2	2	1,25	31,75	13,98	15,88	1,90	178,18	1000	110,46	3,17	1,95	8,32
	5,1	AC_C14_1	1	1,00	25,40	10,80	12,70	1,90	140,27	1000	180,70	1,94	1,19	16,8

Fuente. Elaboración propia

Figura 68. Imágenes análisis esfuerzos von – Misses para los casos 1.1 y 2.3

Imagen 1. Esfuerzos von-Mises del Caso seleccionado 5.3

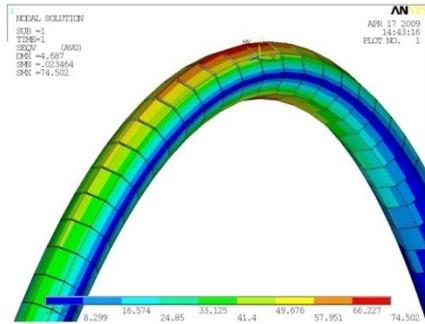


Imagen 2. Deformaciones totales del Caso seleccionado 5.3

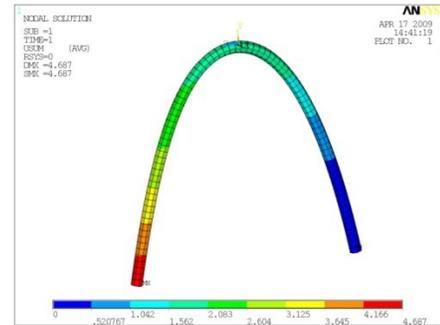


Imagen 3. Imágenes de algunos casos representativos de cada paquete de simulación de la 13

Caso No.	Esfuerzos von-Mises
1.1	
2.3	

Fuente. Elaboración propia

Figura 69. Imágenes análisis esfuerzos von – Misses para los casos 3.1, 4.2 y 5.3

Imagen 4. Imágenes de algunos casos representativos de cada paquete de simulación de la Tabla 14

Caso No.	Esfuerzos von-Mises
3.1	<p> NODAL SOLUTION STEP=1 SUB =1 TIME=1 SEQW (AVG) ENCL =04.716 SMN =-.025737 SMX =263.08 </p> <p> .025737 29.254 58.482 87.711 116.939 145.167 175.395 204.624 233.8 </p>
4.2	<p> NODAL SOLUTION STEP=1 SUB =1 TIME=1 SEQW (AVG) ENCL =9.536 SMN =-.047974 SMX =127.459 </p> <p> .047974 14.205 28.362 42.518 56.675 70.832 84.989 99.145 113.3 </p>
5.3	<p> NODAL SOLUTION STEP=1 SUB =1 TIME=1 SEQW (AVG) ENCL =4.687 SMN =-.023454 SMX =74.502 </p> <p> .023454 8.299 16.574 24.85 33.125 41.4 49.676 57.951 66.2 </p>

Fuente. Elaboración propia

3.3.4.3 Resultados estructura

Para la siguiente simulación de la estructura, se buscó validar los resultados del anterior análisis en cuanto a probar virtualmente el ensamble total de la estructura, para así encontrar los puntos críticos y en caso tal de que estos sobrepasan el límite de fluencia de la materia, realizar las correcciones necesarias en el diseño de la estructura.

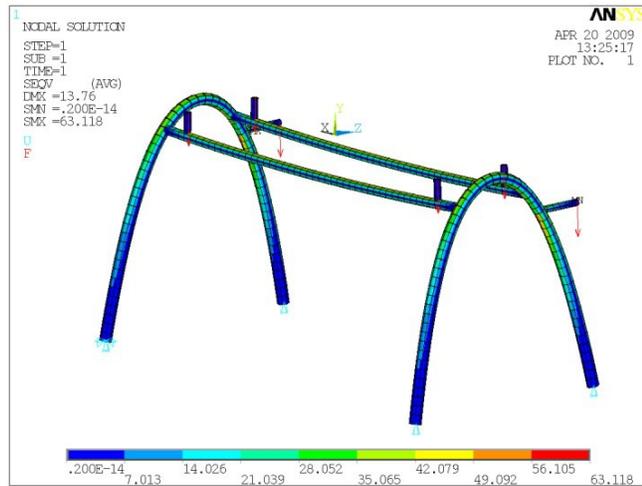
Al igual que en el análisis anterior, se utilizaron elementos tipo BEAM188, con tres secciones transversales para la estructura como se describen en la Tabla 15. El material a simular es el mismo acero inoxidable AISI304, descrito en la Tabla 1 del anexo 16. Como condiciones de frontera se aplica una carga de 2000 N distribuida en los cuatro puntos del soporte del vidrio y los dos puntos laterales del vidrio faldón como se observa en la Figura 70, además se restringe uno de los cuatro apoyos de la estructura en 3 grados de libertad UX, UY, UZ y los tres apoyos restantes están restringidos en un grado de libertad UY, (ver sistema coordinado y condiciones de frontera en la Figura 70Error: No se encuentra la fuente de referencia) de este modo se garantiza las condiciones para dar la solución del problema.

Tabla 15. Perfiles empleados para la estructura

Nombre de sección	Seccion no	Diametro (pulg)	Diametro (mm)	Radio int (mm)	Radio ext (mm)	Espesor (mm)	Area (mm ²)
Catenaria	1	1,50	38,10	17,15	19,05	1,90	216,08
Transversal	2	1,25	31,75	14,68	15,88	1,20	115,17
Soporte_vidrio	3	0,875	22,23	3,00	11,11	N.A	359,67

Fuente. Elaboración propia

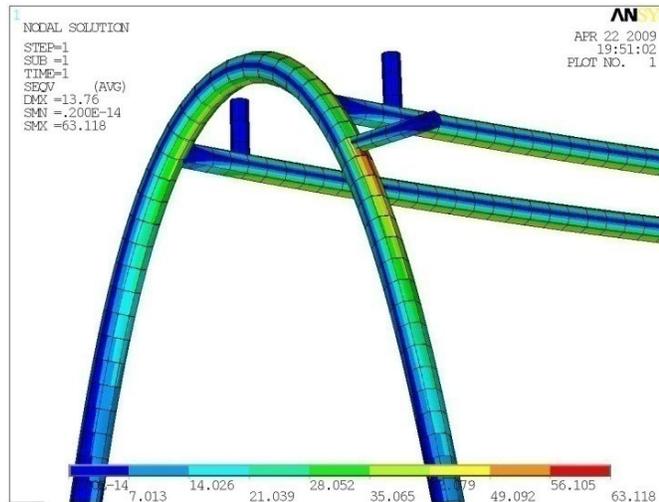
Figura 70. Perfiles empleados para la estructura



Fuente. Elaboración propia

Dada la solución se ven unos esfuerzos máximos de 63 MPa localizados en la catenaria por efecto del momento producido por la carga sobre el eje que soporta el vidrio faldón, tal cual como se observa en la Figura 71. Con un límite de fluencia del material de 215 MPa, calculando el factor de seguridad para este caso, da como resultado 3.4 puntos, valor que está dentro del rango estimado como objetivo para esta simulación.

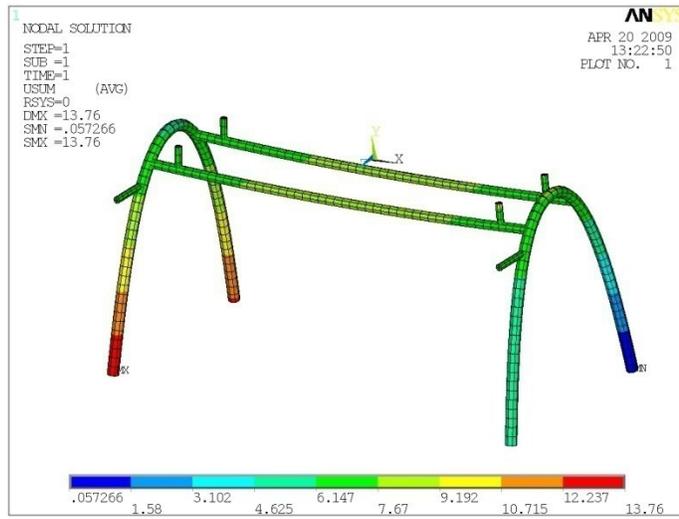
Figura 71. Esfuerzos von-Mises detalle en zona crítica



Fuente. Elaboración propia

Con respecto a las deformaciones, en la Figura 72 se muestran dicha distribución total de los desplazamientos de cada nodo de la estructura, dado el pandeo de los dos transversales de la estructura y la libre rotación de los nodos, se presenta un desplazamiento total de 13 mm en el extremo izquierdo de la estructura, y en la mitad del transversal un desplazamiento total aprox. De 9 mm, la catenaria derecha quien está apoyada en x, y, y z, presenta una aproximación más acertada de 6 mm aprox. Valores que están dentro de los rangos establecidos en los objetivos de este análisis.

Figura 72. Deformaciones totales estructura, escala aumentada

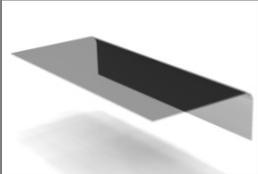


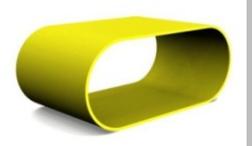
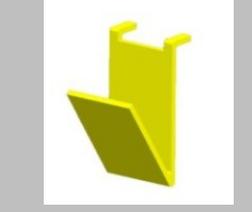
Fuente. Elaboración propia

3.3.5 Valoración de la factibilidad de producción

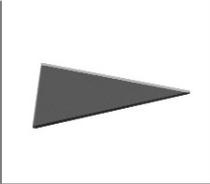
Con el fin de valorar la factibilidad de producción en Colombia de cada uno de los diseños, se realizó una tabla en la cual se detalla cada pieza que conforma el diseño, en la cual se evalúa la viabilidad de producción, si existe algún factor de complejidad para ser elaborada y como puede solucionarse dicho problema. La Tabla 16 muestra dicha valoración. A través de este análisis se tomaron decisiones en cuanto a los diseños, pues la idea es que todo el producto pueda ser fabricado en Colombia sin necesidad de recurrir a otros países para la fabricación o consecución de partes. Por lo tanto, aquellos diseños que no podían ser fabricados en el país, fueron rediseñados, adaptándose así a la tecnología existente en Colombia. Para ver la factibilidad de producción de cada producto, ver anexo 14.

Tabla 16. Valoración de la factibilidad de producción

	<p>NO</p> <p>Nota: Se puede fabricar en Finlandia, Canadá o en la China</p>		<p>Curvatura del vidrio y ángulo de 90° después del radio</p>		<p>Vidrio en L sin curvatura, para la cual se deben cortar los dos vidrios y unirse por foto curado después del templado</p>
------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	SI	Lograr la curva del arco catenario sin deformaciones en el radio menor, pues si no se selecciona el material, el diámetro y el calibre adecuado, el radio más pequeño se arrugará y probablemente se achatara, deformando así la pieza	Debe ser fabricada en acero inoxidable, con una tubería de 1" ½ en adelante y mínimo calibre 16
PIEZA	VIABILIDAD DE PRODUCCIÓN EN COLOMBIA	FACTOR DE COMPLEJIDAD	SOLUCIÓN
	SI	Perforaciones concéntricas de las guías para que el eje de ensamble entre alineado, evitando así que las bandejas no permanezcan paralelas	Sobreponer las piezas a perforar, manteniéndolas alineadas con una prensa, y hacer la perforación de las 4 piezas al mismo tiempo.
	SI	Ninguno	
	SI	Ninguno	
	SI	Ninguno	

	SI	Ninguno	
PIEZA	VIABILIDAD DE PRODUCCIÓN EN COLOMBIA	FACTOR DE COMPLEJIDAD	SOLUCIÓN
	SI	Ninguno	
	SI	Sacar del molde la pieza completa	Partir el molde Sacar dos piezas pegarlas
	SI	Ninguno	
	SI	Ninguno	

	SI	Ninguno	
PIEZA	VIABILIDAD DE PRODUCCIÓN EN COLOMBIA	FACTOR DE COMPLEJIDAD	SOLUCIÓN
	SI	Ninguno	
	SI	Lograr la curva del arco catenario sin deformaciones en el radio menor, pues si no se selecciona el material, el diámetro y el calibre adecuado, el radio más pequeño se arrugará y probablemente se achatara, deformando así la pieza	Debe ser fabricada en acero inoxidable, con una tubería de 1" 1/2 en adelante y mínimo calibre 16

Fuente. Elaboración propia

3.4 RESULTADOS ETAPA 4

3.4.1 Criterios de selección

Los criterios de selección fueron extraídos de las especificaciones de diseño de producto (PDS) presentadas en la Tabla 1; se tuvieron en cuenta las especificaciones con mayor peso. A continuación se presenta el listado de criterios, a partir de los cuales será seleccionada la alternativa a desarrollar.

- Puesto de trabajo modular
- Permite interacción entre dos personas
- Ergonómico
- Novedoso y llamativo
- Incentiva la creatividad
- Modulo conector
- Favorece el trabajo colaborativo
- Modulo de almacenamiento de objetos
- El precio del puesto (sin accesorios) no supera los \$ 3.000.000
- Tendencia minimalista (colores, texturas y acabados)
- La superficie de trabajo tiene formas simétricas, simples y complementarias
- Viabilidad de producción en Colombia de la estructura
- Viabilidad de producción en Colombia de la superficie
- Dirigido a jóvenes y adultos entre 20 y 45 años
- El puesto no requiere de mantenimiento especializado

Tabla 17. Método de calificación.

Mejor que	+
Igual que	0
Peor que	-

Fuente. Pugh

3.4.2 Matriz de visualización del concepto

Tabla

18. Matriz de visualización del concepto

CRITERIOS DE SELECCIÓN	CONCEPTOS		
	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA
	A	B	C
Puesto de trabajo modular	0	0	0
Permite interacción entre dos personas	0	0	0
Ergonómico	0	-	-
Novedoso y llamativo	0	-	-
Incentiva la creatividad	0	0	-
Modulo conector	0	0	-
Favorece el trabajo colaborativo	0	0	-
Modulo de almacenamiento de objetos	0	0	0
El precio del puesto (sin accesorios) no supera los \$ 3.000.000	0	0	0
Tendencia minimalista (colores, texturas y acabados)	0	0	0
Espacios para ubicar objetos en la superficie de trabajo	0	0	-
La superficie de trabajo tiene formas simétricas, simples y complementarias	0	0	0
Viabilidad de producción en Colombia de la estructura	0	0	0
Viabilidad de producción en Colombia de la superficie	0	+	+
Dirigido a jóvenes y adultos entre 20 y 45 años	0	0	0
El puesto no requiere de mantenimiento especializado	0	0	0
Puntuación Neta	0	-1	-5

Fuente. Pugh

3.4.3 Alternativa seleccionada

Después de realizar una matriz de visualización del concepto (evaluación) de las tres alternativas, con el fin de encontrar cuál de estas era la más óptima en términos formales y funcionales, se concluyó que la alternativa que cumplía en su gran mayoría con los criterios de selección es la alternativa A.

Comparando la alternativa A con respecto a la alternativa B, la A era más fuerte en criterios como: puesto más ergonómico, pues la catenaria frontal que hace parte de la estructura de la alternativa B obstruye la movilidad dentro del puesto y puede ocasionarle golpes al usuario. Se consideró también que tiene una apariencia más novedosa y llamativa, pues a pesar de que la superficie de ambas alternativas es rectangular, la alternativa A tiene un faldón en vidrio que continúa la superficie, haciéndola así más atractiva.

Haciendo la comparación con la alternativa C, la A fue más fuerte también en cuanto a la ergonomía y la apariencia novedosa y llamativa, pues se presentaba el mismo problema estructural que en la alternativa B. Aspectos importantes como incentivar la creatividad y favorecer el trabajo colaborativo, son también una fortaleza de la alternativa A con respecto a la C. El módulo diseñado para la alternativa C permitía hacer configuraciones, no obstante era más ineficiente que el de la alternativa A, pues el de la A es un triángulo isósceles, mientras que el de la alternativa C era un triángulo rectángulo.

El punto débil de la alternativa "A" fue la factibilidad de producción en Colombia, pues el vidrio curvado y con el faldón a 90° después del redondeo, no es viable de fabricar con la tecnología existente en Colombia. Se encontró una posibilidad de asemejar el diseño a esta propuesta, teniendo como diferencia un ángulo de 120° en lugar de los 90° . Se descartó este diseño a pesar de tener esta alternativa, porque se convertía en un diseño anti ergonómico, al convertirse en un obstáculo para los visitantes, sumándole a esto el alto costo de fabricación.

Teniendo en cuenta el punto débil de la alternativa seleccionada, se procedió a rediseñar el vidrio, debido a que era la pieza que presentaba limitaciones para la fabricación en Colombia. Por tal motivo, el diseño de la superficie de la alternativa tuvo un cambio, pasando de tener un vidrio en donde la transición de la superficie al faldón era

redondeada y a 90°, a una superficie en L formando el mismo ángulo. Otro de los cambios que presentó el diseño fue el revistero; aunque no presentaba ninguna complicación para la manufactura, el material no brindaba la resistencia necesaria para soportar las revistas, causando con el paso del tiempo la ruptura de la pieza. Por esta razón la pieza fue replanteada, conservando la esencia formal, pero cambiando el material. Se pasó de una pieza en acrílico a una en acero inoxidable, además de tener un cambio estético, en donde se cambió el concepto de una lámina completa a una estructura tubular.

A partir de estos rediseños surgió la alternativa definitiva que se presenta en la figura 74.

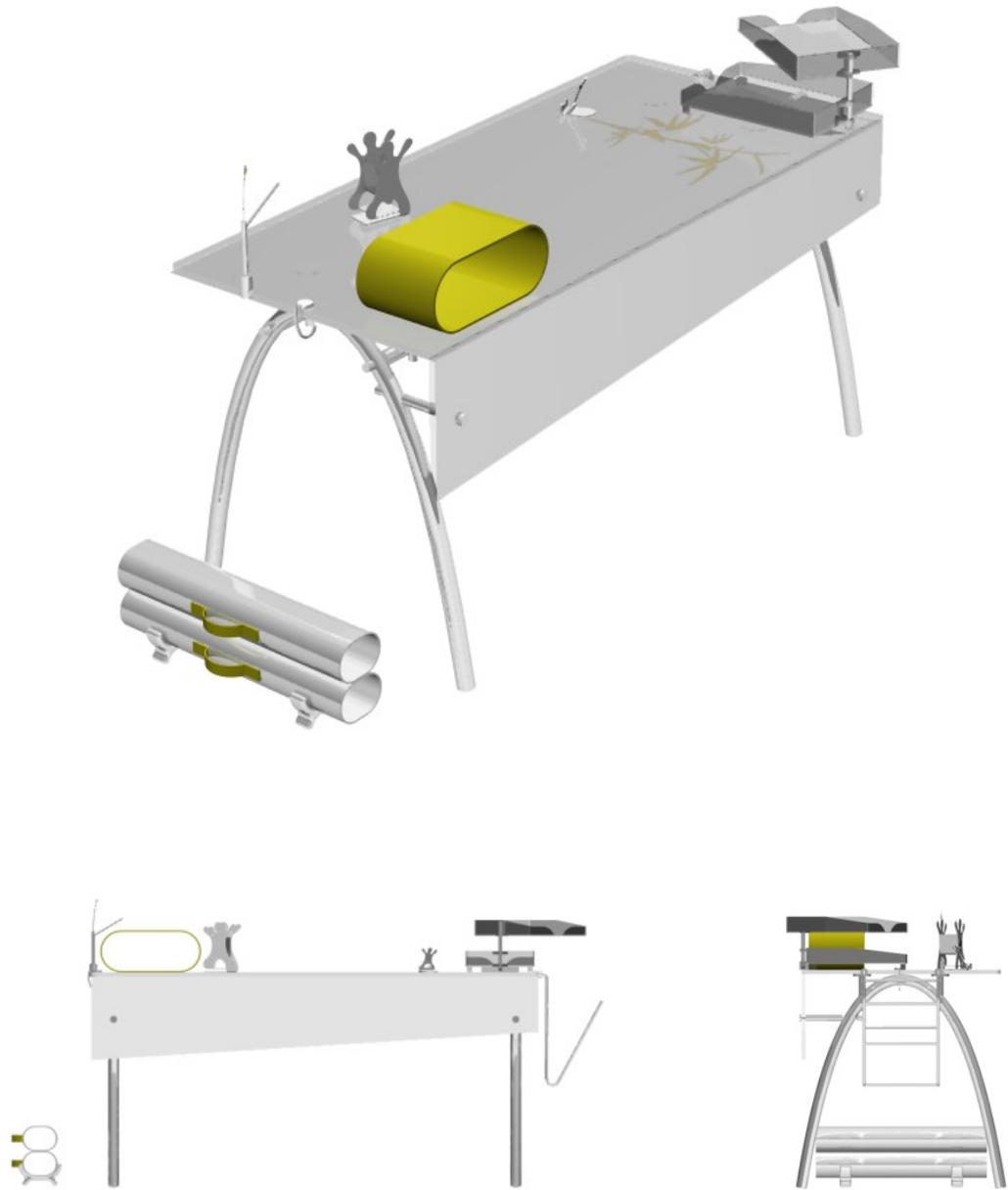
3.5 RESULTADOS ETAPA 5

3.5.1 Geometría de las partes

En la etapa de diseño de detalles se incluyó la especificación completa de la geometría, materiales y observaciones de todas las partes del producto.

A continuación se ilustra en la Figura 73, el aspecto final del puesto de trabajo con los accesorios y sus dimensiones generales. Para ver los planos de taller, ensambles, sub ensambles y renders, ver anexo 17.

Figura 73. Render del producto diseñado



Fuente. Elaboración propia

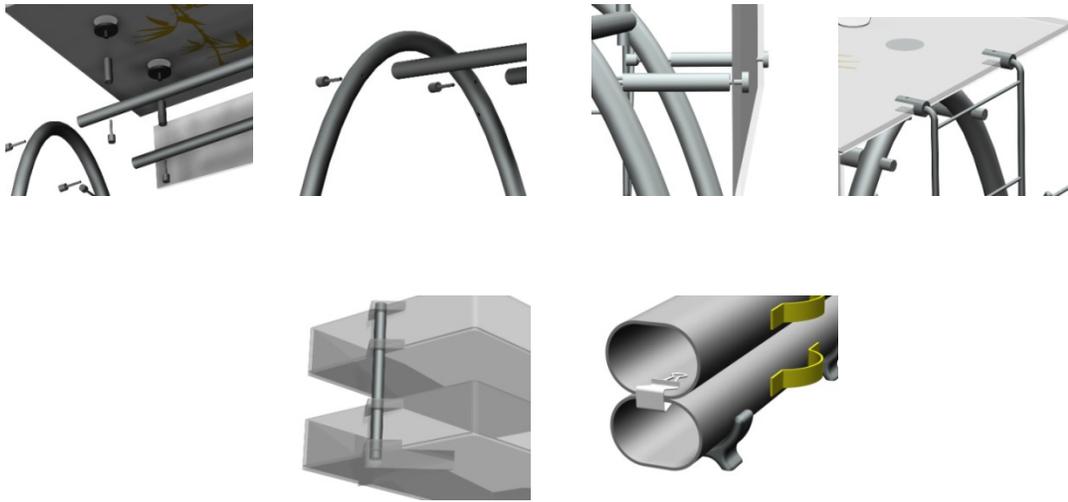
3.6 DISEÑO PARA EL ENSAMBLE Y LA MANUFACTURA

Para facilitar el diseño para el ensamble y la manufactura, se dividió el producto en 2 sub ensambles. El sub ensamble 1 representa la superficie de trabajo y las monedas soldadas a través del proceso de foto curado, por medio de las cuales es ensamblado el vidrio a la estructura. El sub ensamble 2 representa la estructura, la cual es completamente des ensamblable. En el diseño de la estructura se eliminaron todas las soldaduras visibles y se dio paso a los ensambles de rosca. En las Figuras 75 y 76, se presenta la explosión para cada uno de los sub ensambles y en la figura 77 se presenta la explosión del ensamble de los dos sub ensambles.

El ensamble de los accesorios como revistero y CD/fotos Holder, se pensó de manera tal que quedara bien asegurado a la superficie y fuera a su vez fácil de instalar o de retirar. Para estos se utilizó también un ensamble tipo rosca con un prisionero. Los tubos para impresiones gran formato son ensamblados por medio de pinzas de papelería comerciales, las cuales le brindan la resistencia necesaria para mantenerse unidos y alineados. Dichas pinzas tienen un mecanismo simple que facilita el ensamble de las piezas.

En la Figura 74 se presentan los tipos de ensamble descritos. Para mayor detalle, ver los planos de ensamble en el anexo 17.

Figura 74. Tipos de ensamble



Fuente. Elaboración propia

Figura 75. Explosión para el sub ensamble 1 (ensamble estructura)



Fuente. Elaboración propia

Figura 76. Explosión para el sub ensamble 2 (ensamble moneda con vidrio)



Fuente. Elaboración propia

Figura 77. Explosión para el ensamble



Fuente. Elaboración propia

3.6.1 Materiales

En la Tabla 19, se presenta un listado de las piezas que conforman el producto, con sus respectivos materiales y especificaciones en cuanto a dimensiones y tratamientos.

Tabla 19. Materiales piezas del producto

PIEZA	MATERIAL	ESPECIFICACIONES
Superficie de trabajo	Vidrio	Espesor: 12 mm Tratamiento: Templado
Estructura catenaria	Acero inoxidable	Diámetro: 1" ½ Calibre: 14
Estructura travesaño	Acero inoxidable	Diámetro: 1" ¼ Calibre: 14
Repisa	Acrílico	Espesor: 3 mm
Bandejas entrada y salida	Acrílico	Espesor: 3 mm
Cd/fotos holder	Acero inoxidable	Diámetro 1: 11 mm Diámetro 2: 6 mm
Modulo almacenamiento	Acrílico	Espesor: 4 mm
Revistero	Acero inoxidable	Diámetro 1: 11 mm Diámetro 2: 6 mm
Recipiente multiusos	Acrílico	Espesor: 3 mm
Base para celular	Acrílico	Espesor: 3 mm
Tubos para almacenar impresiones gran formato	Acrílico	Espesor: 3 mm
Base para tubos para almacenar impresiones gran formato	Aluminio	
Aplicación gráfica	Vinilo Adhesivo	Monomérico calandrado Calibre: 0,75 gr
Gancho porta cartera	Hierro	Tratamiento: Cromado Caucho antideslizante
Gramma sintética	Plástico	Altura de la grama: 25 mm
Superficie módulo conector	Vidrio	Espesor: 12 mm Tratamiento: Templado
Estructura modulo conector	Acero inoxidable	Diámetro: 1" ½ Calibre: 14
Aplicación gráfica módulo conector	Vinilo Adhesivo	Monomérico calandrado Calibre: 0,75 gr
Rieles para módulo de almacenamiento	Acero inoxidable	Diámetro: ½" Calibre: 16

Fuente. Elaboración propia

3.6.2 Procesos de producción

En la Tabla 20, se presenta un listado de las piezas que conforman el producto, con sus respectivos procesos de producción.

Tabla 20. Procesos de producción de las piezas

PIEZA	PROCESOS
Superficie de trabajo	Recocido/Corte/Templado/Biselado
Estructura	Corte/Doblado/Soldadura interna/Pulido/Ensamble/Brillado
Repisa	Corte/Pulido/Brillado/Doblado/Pegado
Bandejas entrada y salida	Corte/Pulido/Brillado/Doblado/Pegado
Cd/fotos holder	Corte/Soldadura/Pulido/Ensamble/Brillado
Modulo almacenamiento	Corte/Pulido/Brillado/Pegado
Revistero	Corte/Doblado/Pulido/Ensamble/Brillado
Recipiente multiusos	Corte láser/Pulido/Brillado/Doblado/Pegado
Base para celular	Corte láser/Pulido/Brillado/Doblado/Pegado
Tubos para almacenar impresiones gran formato	Corte/Pulido/Brillado/Doblado sobre molde/Pegado
Base para tubos para almacenar impresiones gran formato	Fundición en aluminio Método: Coquilla
Aplicación gráfica	Corte láser/Adhesión a la superficie con agua jabonosa
Gancho porta cartera	<i>Pieza comercial</i>
Gramma sintética	<i>Pieza comercial</i>
Superficie módulo conector	Recocido/Corte/Templado/Biselado/Adhesión de topes
Estructura modulo conector	Corte/Doblado/Soldadura interna/Pulido/Ensamble/Brillado
Aplicación gráfica módulo conector	Corte láser/Adhesión a la superficie con agua jabonosa
Riel para modulo almacenamiento	Corte/Soldadura interna/Pulido/Ensamble/Brillado

Fuente. Elaboración propia

3.6.3 Colores del producto

El diseño siguió la tendencia minimalista, teniendo en cuenta la exploración de colores e inspirando tranquilidad, relajación, espacio con diseño y vanguardia. Para alcanzar un diseño con tendencia minimalista en su aspecto, no sólo se recurrió a formas simples sino también a la propuesta del manejo de colores que propone dicha tendencia. La tendencia

minimalista presenta el siguiente esquema de uso del color: Negro y/o blanco + un único color diferenciador

Siguiendo este esquema y basándose en la psicología del color, los colores seleccionados para el producto fueron el blanco y el amarillo. Para ver la investigación de la psicología de los colores, ver anexo 18.

Figura 78. Colores del producto

Blanco

Amarillo

Fuente. Elaboración propia

El blanco fue seleccionado por ser un color que estimula la imaginación creativa; y que a diferencia del negro, por lo general tiene una connotación positiva. Es además un color que representa un inicio afortunado. El uso del blanco, permite purificar la mente a los más altos niveles (Ambrose y Harris, 2005).

El amarillo fue seleccionado por ser un color que estimula la vista y actúa sobre el sistema nervioso. Está vinculado con la actividad mental y la inspiración creativa, debido a que despierta el intelecto y actúa como anti fatiga, además de generar energía muscular. El amarillo siempre empuja hacia adelante, hacia lo nuevo, lo moderno, hacia el futuro. Favorece la claridad mental y los procesos lógicos. Mejora la facultad del razonamiento y abre la conciencia a nuevas ideas, nuevos intereses, convierte la vida en algo emocionante y divertido. Psicológicamente se asocia con el deseo de liberación (Ambrose y Harris, 2005).

4 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

En la Figura 79 se presenta el modelo funcional a escala 1:1 y en la Figura 80 se puede ver el puesto de trabajo sin accesorios, con una de las sillas recomendadas en la Figura 40, la silla Cronox. Para ambas figuras, se muestra el puesto de trabajo dentro del contexto.

Figura 79. Modelo funcional escala 1:1



Fuente. Elaboración propia

Figura 80. Modelo funcional escala 1:1



Fuente. Elaboración propia

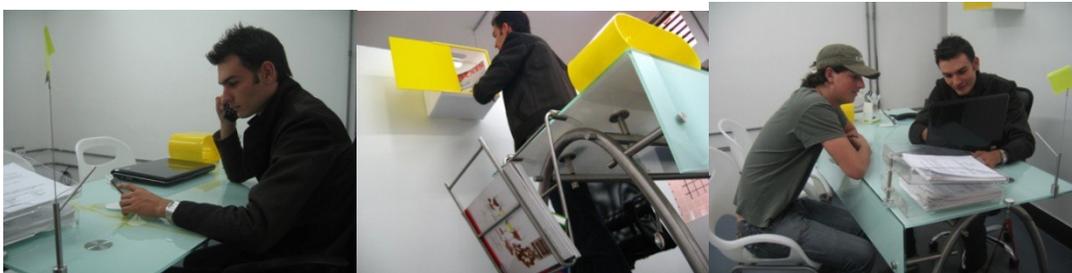
4.1 RELACIÓN USUARIO - PRODUCTO

Figura 81. Medidas generales del producto y su relación con el usuario



Fuente. Elaboración propia

Figura 82. Board usuario desarrollando las actividades más típicas en el puesto de trabajo



Fuente. Elaboración propia

En la Figura 83, 84 y 85, se presentan la descripción de la superficie de trabajo, la estructura y el recipiente multiusos, respectivamente; en el formato utilizado para esto. Para ver la descripción de todas las piezas, ver anexo 19.

4.2 SUPERFICIE DE TRABAJO

Figura 83. Descripción de la superficie de trabajo

PUESTO DE TRABAJO

NOMBRE DE LA PIEZA

Superficie de trabajo

PRECIO DE VENTA

No aplica la venta de esta pieza por separado

DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA

Para el diseño de la superficie de trabajo se tomo como referente el iPod Touch de Apple, siguiendo una forma rectangular. También se tomo como referente la manera como aplican los colores en sus productos, resaltando el minimalismo y la sobriedad. Como color neutro se selecciono el blanco, aplicado a través de un plotter de corte por la parte inferior de la superficie y como color para los detalles se utilizo el amarillo. Ese toque de amarillo en la superficie estuvo dado por una aplicación grafica de un bambú, dándole un toque de estilo al diseño, pero conservando ante todo el minimalismo. El diseño es limpio, sobrio, minimalista, atractivo y simple, demostrando que menos es más, como dice la tendencia minimalista.

DETALLES DEL PRODUCTO

- 1 La superficie de trabajo tiene una forma simétrica, pero el faldón tiene por el contrario una forma asimétrica, esto le da diseño a la pieza. Mirándola de frente, al lado izquierdo el faldón baja 300 mm, mientras que en el lateral derecho baja 200 mm, teniendo así una diagonal.
- 2 La superficie y el faldón unidos forman una L, la cual esta unida por Foto curado.
- 3 La aplicación grafica del bambú esta ensanduchada entre el vidrio y el plotter blanco.
La superficie de vidrio esta unida a la estructura a través del proceso de foto curado, razón por la cual las monedas permanecen adheridas al vidrio.



G
R
Á
F
I
C
O
S

DIMENSIONES GENERALES (mm)

Dimensiones superficie: 1600 x 700 x 10 – Dimensiones faldón: 300 x 200 x 10

Fuente. Elaboración propia

4.3 ESTRUCTURA

Figura 84. Descripción de la estructura

PUESTO DE TRABAJO	
NOMBRE DE LA PIEZA	
Estructura	
PRECIO DE VENTA	
No aplica la venta de esta pieza por separado	
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	
<p>El diseño de la estructura esta conformado por dos arcos catenarios en los extremos laterales y unidos por dos travesaños para amarrar la estructura en el eje x. Tiene además dos dilatadores, a través de los cuales se amarra el faldón.</p> <p>El diseño de la estructura resiste 2000 N sin alcanzar deformaciones representativas, lo que demuestra el óptimo comportamiento del arco catenario como componente estructural.</p> <p>En el diseño de la estructura se eliminaron todas las soldaduras externas, convirtiéndolo así en un diseño mucho más limpio. Este tipo de ensambles son mucho más rápidos y fáciles de realizar.</p>	
DETALLES DEL PRODUCTO	
<p>① El ensamble del vidrio con la estructura se da por medio de 4 monedas, cada una con un pin y un prisionero. Este tipo de ensamble permite nivelar el vidrio, en caso tal de que la estructura no este completamente alineada. Así se podrá asegurar que si no esta nivelada, el foto curado podrá hacerse perfectamente, pues no puede quedar ninguna luz entre la moneda y el vidrio, debido a que el químico utilizado no rellena espacios.</p> <p>② La estructura lleva unos dilatadores hacia el faldón, amarrando así el conjunto completo.</p>	
DIMENSIONES GENERALES (mm)	
1440 x 700 x 750	

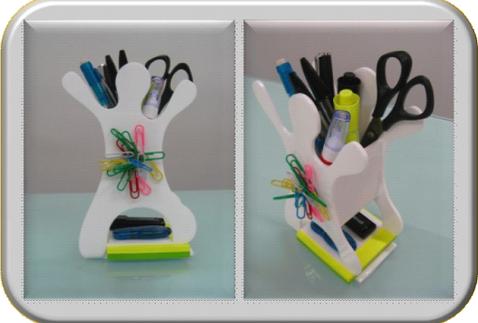
G R Á F I C O S

Fuente. Elaboración propia

4.4 ACCESORIOS PUESTO DE TRABAJO

Figura 85. Descripción recipiente multiusos

ACCESORIOS PUESTO DE TRABAJO

NOMBRE DE LA PIEZA		G R Á F I C O S
Recipiente multiusos		
PRECIO DE VENTA		
\$48.300		
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA		
<p>El recipiente multiusos permite almacenar algunos de los elementos que utilizan las personas creativas frecuentemente dentro de su puesto; todo en un mismo lugar, optimizando así el espacio dentro de la superficie de trabajo y facilitándole al usuario el alcance de los objetos .</p> <p>Dentro del muñeco se encuentran diferentes compartimentos, cada uno diseñado para un elemento en especial. El producto fue diseñado para almacenar lápices, lapiceros, marcadores, liquid paper, portaminas, tijeras, borrador, post - it, USB y clips.</p> <p>La forma del diseño tiene varias intenciones, como causarle emociones positivas al usuario, además de ser un objeto decorativo que se convierte en un estímulo visual para la persona, incentivando así la creatividad.</p>		
DETALLES DEL PRODUCTO		
<p>1 Espacio para almacenar post – it En esta área pueden ubicarse dos tacos de post –it nuevos</p> <p>2 Espacio para almacenar USB En esta área pueden almacenarse dos USB. Se considero una altura de 40 mm con el fin de brindarle comodidad al usuario cuando vaya a hacer uso de la USB</p> <p>3 Espacio para almacenar clips Dentro del recipiente se encuentra un imán Neodimio</p> <p>4 Espacio para almacenar lápices, lapiceros, marcadores, liquid paper, borrador y tijeras. El espacio para almacenar estos objetos tiene un volumen de 1 84.600 mm³</p>		
DIMENSIONES GENERALES (mm)		
180 x 120 x 60		

Fuente. Elaboración propia

4.5 MODULO CONECTOR

El módulo diseñado tiene la forma de un triángulo equilátero, en donde todos sus lados miden 700 mm, al igual que la profundidad de la superficie de trabajo. Usando este triángulo, pueden crearse un gran número de configuraciones. Por cada módulo se pueden conectar hasta tres puestos de trabajo, partiendo de esta base, se pueden crear un sinnúmero de configuraciones.

Con respecto a la estructura del módulo, se empleó un tubo y un arco catenario inclinado. Se buscó conjugar la catenaria con la forma triangular de la superficie, con el fin de darle unidad visual a todos los elementos. Los puntos de apoyo de la estructura están alineados con los vértices del triángulo de la superficie del modulo conector.

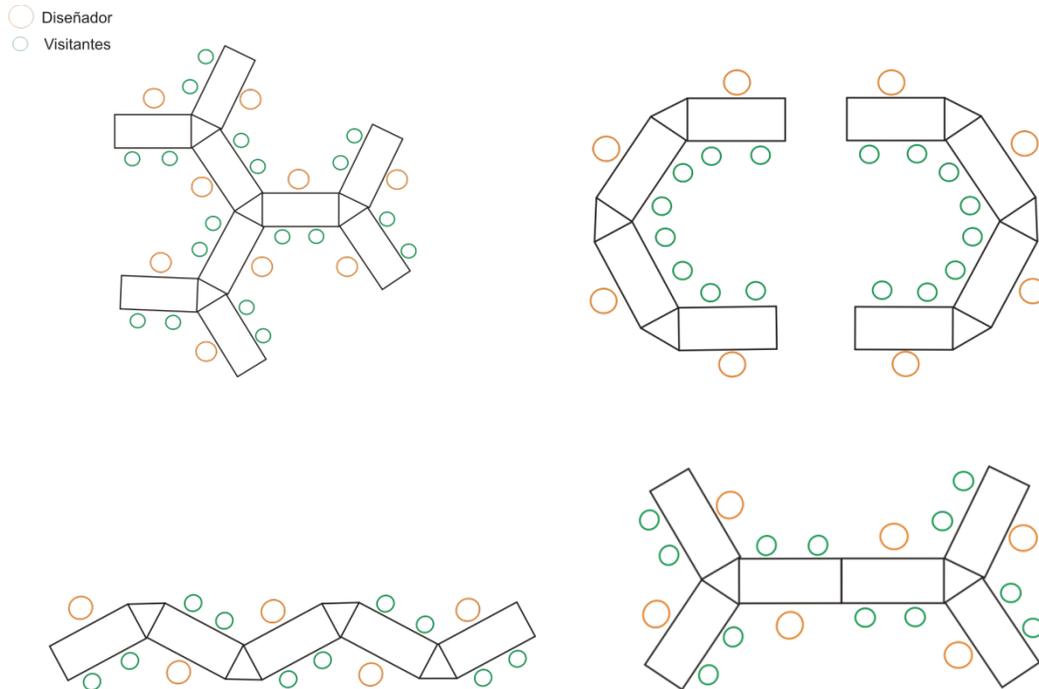
Figura 86. Modelo funcional escala 1:1



Fuente. Elaboración propia

En la Figura 87, se presentan algunos modelos de posibles configuraciones que pueden hacerse con el módulo conector.

Figura 87. Configuraciones del puesto de trabajo por medio del módulo conector



Fuente. Elaboración propia

Posterior al diseño de las posibles configuraciones, se procedió a calcular el área que ocupaba cada una de estas, con el fin de verificar si es posible ubicar estas configuraciones, en una oficina diseñada para la misma cantidad de personas para la cual se planteó la disposición.

Según el doctor Rosenkranz, la superficie media necesaria por empleado para el diseño y construcción de un edificio de oficinas, es de 4 a 6 m² (Neufert, 1999). Teniendo esto como referencia, se procedió a evaluar cada una de las propuestas, para ver si estas se acomodaban a un tamaño de oficina estándar.

De acuerdo a lo dicho por el doctor Rosenkranz:

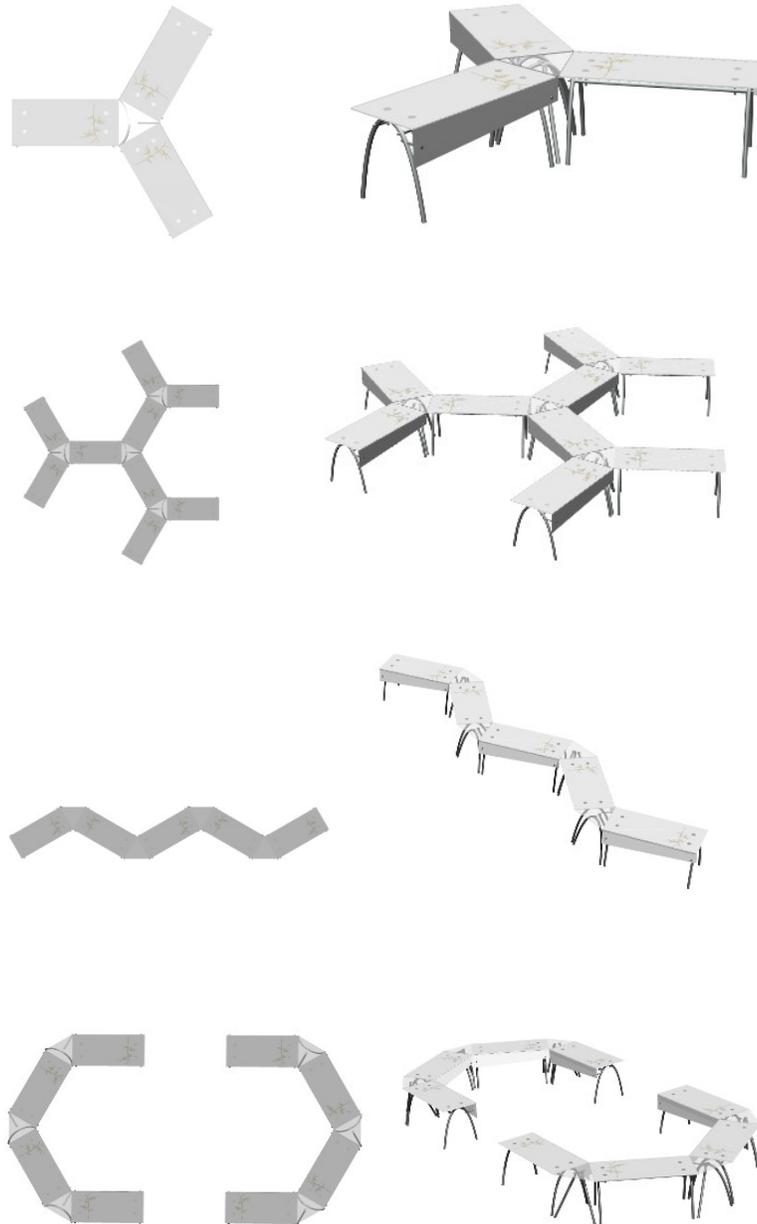
- Una oficina para tres usuarios debe tener entre 12 y 21 m², la configuración base, en la cual se conectan tres superficies de trabajo al módulo, ocupa un área de 10.86 m².
- Una oficina para nueve usuarios debe tener entre 36 y 63 m², la configuración 1, ocupa un área de 43.47 m².
- Una oficina para ocho usuarios debe tener entre 32 y 56 m², la configuración 1, ocupa un área de 33.04 m²
- Una oficina para cinco usuarios debe tener entre 20 y 35 m², la configuración 1, ocupa un área de 13.25 m²
- Una oficina para seis usuarios debe tener entre 32 y 56 m², la configuración 1, ocupa un área de 19.47 m²

De lo anterior se puede concluir que todas las configuraciones son viables, teniendo en cuenta un tamaño de oficina estándar. Cabe anotar que de acuerdo a la configuración puede variar el área requerida, incluso para el mismo número de usuarios. Estas configuraciones están dirigidas a personas que trabajan en empresas creativas, en donde es fundamental el trabajo colaborativo, no obstante esta modalidad de trabajo, aumenta la eficiencia de las personas en todos los campos laborales.

Como propone William Gordon en el método sinéctico, el cual se caracteriza por operar grupalmente; al integrar múltiples perspectivas y alentar al individuo, es superior en eficiencia innovativa que el sujeto solo (Gordon, 1991). Partiendo de esta teoría, se puede concluir también que este tipo de configuraciones generan espacios que favorecen la creatividad de las personas que laboran en “empresas creativas”.

En la figura 88, se muestra el render en isométrico y su respectiva vista superior, de cada una de las propuestas descritas en la Figura 88.

Figura 88. Render configuraciones del puesto de trabajo por medio del modulo conector





Fuente. Elaboración propia

4.6 APLICACIÓN GRÁFICA

El referente escogido para la aplicación gráfica de la superficie de trabajo fue el Bambú. El bambú está compuesto de un tallo y hojas (Grin 2007).

Figura 89. Referente escogido



Fuente: elaboración propia

De este referente se extrajo la forma como tal, mas no el color, pues fue empleado el amarillo, color elegido en el numeral 3.6.3, para hacer los detalles del producto y así seguir la tendencia minimalista. De acuerdo a un sondeo que se hizo sobre las diferentes propuestas graficas que se tenían, se llego a la conclusión de que el bambú era una planta con apariencia unisex, aspecto importante a tener en cuenta debido a que el puesto está dirigido tanto a hombres como a mujeres.

En la Figura 90, se presenta una imagen de la planta a partir de la cual se diseño el arte gráfico.

Figura 90. Planta Bambú convertida en imagen



Fuente: elaboración propia

4.7 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL ARCO CATENARIO

Después de hallar la ecuación de la curva catenaria, se realizó el plano 1:1, a partir del cual se procedió a fabricar el arco catenario en la tubería seleccionada; plano que sirvió de plantilla para la verificación del proceso de rolado. En este proceso fue de vital importancia la selección del material. Se tenía la opción de fabricar el arco tanto en acero inoxidable como en acero cold rolled. Considerando que un radio muy pequeño es muy complejo de lograr en acero inoxidable, se debía emplear un diámetro mayor a 1" ½ y que fuera mínimo calibre 16, para evitar al máximo las deformaciones, y en acero cold rolled debía hacerse con una tubería de 1" de diámetro o menor, pues de lo contrario sería muy difícil lograr esta curvatura. Finalmente, según estas consideraciones encontradas en la industria y según el análisis realizado en elementos finitos, se seleccionó el acero inoxidable como material de la estructura.

Al producir la catenaria y verificarla con el plano, se notó que la forma había tenido deformaciones mínimas, presentando la mayor dificultad en el radio menor del arco. Aún al fabricar el arco catenario en tubería de acero inoxidable de diámetro 1"½, calibre 16, se presentaron una serie de estrías en la zona del radio menor, por tal motivo se recomendó utilizar la tubería en calibre 14.

En la figura 91 se puede observar el proceso de producción del arco catenario, la verificación con el plano impreso 1:1 y las variaciones con respecto a este.

Figura 91. Proceso de producción de la catenaria



Fuente: elaboración propia

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

- Los objetivos específicos fueron cumplidos de manera satisfactoria, esto se evidencia en el cuerpo del trabajo, con un análisis completo, en el cual se inicia con la investigación sobre las formas de trabajo, el mobiliario en la oficinas de trabajo, la biónica, que fue utilizada como metodología de diseño, el conocimiento del usuario y del contexto en el que labora y la tendencia minimalista; finalmente regresando con un modelo funcional que verificó el resultado del proyecto y permitió hacer las recomendaciones adecuadas.
- Se investigaron diferentes sistemas biológicos que podían dar solución a la función soportar, creando un portafolio de seres naturales. Finalmente, se eligió la catenaria invertida como referente funcional, en la cual la forma se encuentra definida por la función; pues posterior a un análisis detallado de cada uno de los seres, se concluyó que era la mejor estructura natural óptima, para soportar rígidamente. Para este referente biológico, se desarrolló un análisis funcional y estructural, a través de boards, mapa conceptual y análisis en elementos finitos.
- El análisis conceptual dio una mirada clave a todas las funciones que debían considerarse en el producto, esto es importante porque abarca todo el producto desde su función principal hasta las sub-funciones que permiten que esto ocurra.
- El modelo funcional con acabados, cumple con las especificaciones de diseño de producto, planteadas según las necesidades encontradas, además de cumplir con

los requerimientos de calidad, resistencia y funcionalidad, necesarias para validar el modelo mediante pruebas de concepto y prefactibilidad económica.

- Las pruebas de concepto fueron realizadas satisfactoriamente, implementando la técnica de sesiones de grupo, a partir de la cual, se pudieron conocer las opiniones del mercado sobre el producto y se pudo pronosticar la viabilidad de este. La sesión fue realizada con un representante de cada una de las profesiones citadas en el numeral 3.1.1.

5.2 SOBRE EL PRODUCTO

- Se diseñó un mobiliario para espacios de trabajo, dándole aplicación a la biónica como metodología de diseño y siguiendo la tendencia minimalista. Este diseño cumple con las siguientes especificaciones:

Tabla 21. Especificaciones finales del producto

ESTRUCTURA	
Dimensiones máximas	Diámetro: 1' ½, calibre: 16
Peso	Aproximadamente 15 Kg
Color	Plateado
Materiales	Acero inoxidable
Precauciones en el uso	No limpiar con superficies que rayen.

SUPERFICIE	
Dimensiones máximas	1600 x 700 mm – 1600 x 300 mm
Peso	40 Kg
Color	Blanco con aplicación grafica en amarillo
Material	Vidrio templado de 12mm
Precauciones en el uso	No dejarlo caer. No dejar caer elementos con mucha fuerza a la superficie.

MODULO DE ALMACENAMIENTO	
Dimensiones máximas	350 x 350 x 250 mm Espesor 4 mm
Peso	2.16 Kg
Color	Blanco y amarillo
Material	Acrílico
Precauciones en el uso	No dejarlo caer. No limpiar con implementos ásperos ni con líquidos que tengan acetona.

BANDEJAS ENTRADA Y SALIDA	
Dimensiones máximas	350 x 240 x 50 mm Espesor 3 mm
Peso	0.61 Kg
Color	Transparente
Material	Acrílico
Precauciones en el uso	No dejarlo caer. No limpiar con implementos ásperos ni con líquidos que tengan acetona.

BASE PARA CELULAR	
Dimensiones máximas	180 x 80 mm Espesor 3 mm
Peso	0.05 Kg
Color	Blanco
Material	Acrílico
Precauciones en el uso	No dejarlo caer. No limpiar con implementos ásperos ni con líquidos que tengan acetona.

REVISTERO	
Dimensiones máximas	270 x 390 mm
Peso	3 Kg
Color	Plateado
Material	Acero inoxidable
Precauciones en el uso	No limpiar con superficies que rayen.

TUBOS PARA ALMACENAR IMPRESIONES DE GRAN FORMATO	
Dimensiones máximas	Diámetro x 600 mm de largo. Espesor 4 mm
Peso	0.75 Kg
Color	Blanco y amarillo
Material	Acrílico
Precauciones en el uso	No dejarlo caer. No limpiar con implementos ásperos ni con líquidos que tengan acetona.

RECIPIENTE MULTIUSOS	
Dimensiones máximas	180 x 120 x 60 mm Espesor 3 mm
Peso	0.14 Kg
Color	Blanco
Material	Acrílico
Precauciones en el uso	No dejarlo caer. No limpiar con implementos ásperos ni con líquidos que tengan acetona.

REPISA	
Dimensiones máximas	350 x 200 x 150 mm Espesor 3 mm
Peso	0.65 Kg
Color	Amarillo
Material	Acrílico
Precauciones en el uso	No dejarlo caer. No limpiar con implementos ásperos ni con líquidos que tengan acetona.

CD / FOTOS HOLDER	
Dimensiones máximas	300 x 130 mm
Peso	0.22 Kg
Color	Plateado
Material	Acero inoxidable
Precauciones en el uso	No limpiar con superficies que rayen.

BASE PARA TUBOS	
Dimensiones máximas	150 x 40 mm
Peso	0.42 Kg cada una
Color	Plateado
Material	Fundición en aluminio
Precauciones en el uso	No limpiar con superficies que rayen.

Fuente: Elaboración propia

- El diseño de este producto está dirigido especialmente a hombres y mujeres, estrato 5 y 6, pertenecientes al sector de las empresas creativas tales como: Diseñadores industriales, ingenieros de diseño de producto, diseñadores gráficos, publicistas, diseñadores de moda, arquitectos, fotógrafos y diseñadores de eventos, como se planteó en el numeral 3.1.1.
- El producto resultado de este proyecto, logra conciliar aspectos que desde su inicio, se identificaron vitales a la hora de diseñar, tales como costos en la producción, la eficiencia del material para la estructura, en este caso el acero inoxidable y la resistencia de los materiales utilizados: vidrio, acero inoxidable y acrílico.
- En cuanto a las necesidades del usuario recopiladas en las especificaciones de producto, se cumplen totalmente, por esta razón el resultado es un puesto de trabajo que incluye espacios para ubicar elementos específicos que hace que sea un puesto más organizado, es modular y por lo tanto favorece al trabajo

colaborativo, permite interacción entre mínimo dos personas, tiene formas simples y simétricas lo que hace un puesto minimalista con una apariencia novedosa y llamativa.

- Se recomienda para una futura intervención y continuación del presente proyecto, la posibilidad de mejoramiento del espesor del acrílico para la repisa, sugiriendo 5 mm de espesor para esta, otorgándole así mayor rigidez.
- Finalmente se concibe un producto que muestra mejoras con respecto a otros puestos de trabajo encontrados en el análisis de competencia, tanto nacional como internacional (ver anexo 12 análisis de productos competitivos), con el cual se logró un puesto estructuralmente muy resistente y con apariencia novedosa y llamativa; en cuanto a la superficie se utilizó un plotter de corte con una aplicación gráfica, que en el mercado se ha visto poco aplicado en el mobiliario para oficina, los elementos con ubicación predeterminada que ayudan a la organización de la superficie como tal, e incentivan la creatividad por medio de sus colores y accesorios, comportándose como un estímulo visual y considerado por los usuarios de gran importancia al momento de diseñar. (ver anexo 2. Estudio de las necesidades del usuario).
- De acuerdo a la sesión de grupo realizada, se puede concluir el impacto que tienen los colores blanco y amarillo en el puesto de trabajo y los accesorios, logrando que el puesto se vea estéticamente armonioso, atractivo a la vista, fresco y tranquilo; en cuanto a la estructura en acero inoxidable es totalmente limpia puesto que no tiene soldaduras externas, está bien lograda y estructuralmente funcional; los accesorios cumplen los objetivos funcionales y hacen que el puesto se vea organizado.
- Después de realizada la sesión de grupo, se puede concluir también el impacto que tiene la aplicación gráfica en la superficie de trabajo, demostrando como sigue la tendencia minimalista, al haber utilizado un color neutro que es el blanco y un

color para los detalles que es el amarillo en su estado puro; se recomienda que el plotter blanco sea traslucido para dejar ver la estructura del puesto de trabajo, resaltando así la estética de ésta.

- Se recomienda que para el faldón de la superficie de trabajo, se reduzca la medida de los dilatadores y quede así el vidrio trasladado 100 mm hacia adentro, para que las rodillas del visitante no choquen con el faldón y este pueda entrar un poco más en el puesto para poder interactuar con el usuario. Se traslada 100 mm para seguir delimitando el espacio del visitante y que este no invada el espacio del usuario.
- Se recomienda para los tubos de almacenamiento de impresiones gran formato, utilizar una malla adherida en los extremos, para que las impresiones no se resbalen, además de darle protección a las impresiones para que no se ensucien. Se pensó en una malla que puede crecer telescópicamente para así permitir el almacenamiento de impresiones de diferentes tamaños.
- Para el accesorio CD/fotos Holder, se recomienda que la punta del eje por el cual son insertados los Cd, sea redondeada, de manera que no hayan aristas que puedan afectar la seguridad del usuario, y agregarle más pinzas, para poder tener la opción de ubicar más fotos, postales o tarjetas de presentación.
- Para las bandejas de entrada y de salida se recomienda utilizar el mismo mecanismo del revistero y del CD/fotos Holder, esto con el fin de que las bandejas estén estables y fijas, porque el peso de los papeles hacen que estas se levanten de la superficie.
- El peso del puesto de trabajo con todos los accesorios es de 63 Kg, y no supera lo anterior dicho en las especificaciones de diseño de producto (ver tabla 1), para el cual se estableció un límite de peso del producto de 160 Kg.

- Como se definió anteriormente en la tabla de especificaciones de diseño de producto (ver tabla 1), el puesto de trabajo no debía superar los \$ 3.000.000 de pesos junto con todos los accesorios, sin el módulo conector. Analizando la valoración de prefactibilidad económica, se observó que el precio neto junto con los accesorios es de \$ 2.805.477 pesos, por lo tanto no excede el precio, dando así como resultando un producto competitivo en el mercado y ofreciendo un porcentaje de utilidad del 43%.

5.3 SOBRE LA METODOLOGÍA

- En el proyecto se evidenció la necesidad de investigar acerca de la biónica, espacios de trabajo, tendencia minimalista y empresas creativas, como también conocer los usuarios líderes por medio de entrevistas, es por esto que en la etapa de investigación que es la base de las especificaciones del producto, fue básico conocer las necesidades del usuario, escucharlas y observarlas desde diferentes métodos que lo permitieran.
- El análisis conceptual ayudó a encontrar la función principal del puesto de trabajo que fue “soportar”, gracias a esta función se hizo toda una aplicación de la biónica como metodología de diseño y se pudo encontrar así, el ser natural que cumplía con esta función: “la catenaria”.
- El análisis de desarrollo del concepto, permitió identificar los objetos y contexto que rodea al usuario con la recopilación de las necesidades; se investigó a fondo los productos competitivos y sustitutos del mercado, tanto nacional como

internacional. Esta herramienta fue muy útil para la corporificación y estética del producto, por tal motivo, dio una mirada general a las formas y líneas familiares al usuario, y permitió que los diseños estuvieran adaptados al contexto, siguiendo la tendencia minimalista.

- La geometrización resultó ser una herramienta indispensable para realizar la transición de la alternativa seleccionada a un concepto detallado y visualmente proporcional.
- La exploración de materiales y formas en la etapa de diseño de detalle, fue un resultado clave para el análisis de ingeniería, tanto de la estructura como la superficie del puesto de trabajo. La investigación de tecnología para producción en Colombia fue necesaria para darse cuenta de las restricciones existentes en la industria, que deben tenerse en cuenta en el diseño del producto. Esto en gran parte, por la superficie de trabajo de la alternativa A, en donde el material es vidrio y para la fabricación de este, tendría que emplearse una tecnología que no la hay en Colombia, esta es la razón por la cual hay cambios en el diseño; no obstante, se logró un muy buen diseño del producto.
- El análisis de elementos finitos, fue una fase que se precisa en el detalle del producto, pues no solo es la verificación que da vía libre para la construcción, sino que además permite realizar recomendaciones sobre la optimización de material, peso, estética, y otros aspectos de ayuda a una futura mejora al producto final.

6 BIBLIOGRAFÍA

6.1 LIBROS Y FOLLETOS

- Adler, C. *Catenaries on the Computer: A Freshman Physics Assignment*. The Physics Teacher, Vol 37, April 1999, pp. 254-255.
- Aldersey, Williams, H. *Zoomorphic: new animal architecture*. London: Laurence King. 2003
- Ambrose, Gavin, Harris, Paul. *Color*. Ed: Parramón 2005, 175 p
- Asensio Acero, Francisco. *Minimalismo arquitectura* Ed. H.Kliczkowski, 2002
- Beléndez, A., Beléndez, T. Neipp C. *Estudio estático de un cable homogéneo bajo la acción de su propio peso: Catenaria*. Revista Española de Física 15(4) 2001, págs. 38 -42
- Cheviakoff, Sofia. *Minimalismo*. Minimalista Ed. Konemann, 2001
- Conran, T. & Fraser, M. *Designers on design*. London: Conran Octopus. 2004
- Cross, N. *Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos*. Ed. Limusa-Noriega. México, 1999. 190 p
- Daab. *Lounge design*. Koln: Daab Books. 2004. 399 p

- Epstein, Robert. Dele alas a su creatividad. En Psychology Today, Nueva York, sussex published, Julio de 1996.
- Fiell, CH. & Fiell, P. El diseño del siglo XXI. Köln: Taschen. 2003. 192 p.
- French, Michael. [Invention and evolution: Design in nature and engineering](#) f.edición:1994. 256 p
- [Gamboni, Dario, Ursprung, Philip, Sachs, Angeli. Museum fur gestaltung Zurich.](#) 2007
- Hernández, María Cristina. Mapas Conceptuales: Línea I+D Informática educativa – Universidad Eafit. Medellín, 2002. 13 p
- Hibbeler, Russel C. Estática, Ed Prentice Hall, México, 2004, 656 p.
- Ingber, Donald E. The architecture of life – Tensegrity– Scientific American Magazine, 1998. 278 P
- Mc Daniel, Carl, Gates, Roger. Investigación de mercados, Ed Thomson. Mexico, 1999, 780 p.
- Meyer, James. Minimalism Ed. Phaidon, 2006
- Neufert, Ernst. Arte de proyectar en arquitectura, Ed G. Gili. México, 1999, 580 p

- Patiño, Ever M. Línea de Investigación en Morfología Experimental. 2005. 24 p
- Sachs, Angeli. Nature design from inspiration to innovation. 2007. 320 p
- Senosiain, Javier .Bioarquitectura Ed. Limusa. México, 1998. 184 p
- Stephen m. Levin, journal of mechanics in medicine and biology - vol. 2, the tensegrity-truss as a model for spine mechanics: Biotensegrity, 2002. 388 p
- Ulrich, K. & Eppinger, S. 2004. Product design and development. 3rd ed. Boston: McGraw-Hill.
- Wagensberg, Jorge. La rebelión de las formas 2005 .318 p

6.2 TRABAJOS DE GRADO

- Méndez, L. & Otalvaro, V. *Estudio de la biónica como metodología aplicable en ingeniería de diseño de producto y formalización a través de una propuesta de investigación del semillero HECAS-ID de la universidad EAFIT*. [trabajo de grado] Medellín: Universidad EAFIT.2006
- Rojas, M, Saldarriaga, F. Estudio de la biónica como herramienta de generación de conceptos funcionales, enmarcada en la metodología IDP [trabajo de grado]. Medellín: Universidad Eafit. 2008.

6.3 CONFERENCIAS

- Coronado R, Biónica, Metodología e innovación, Universidad Central, Universidad UNIACC, Universidad Santo Tomás y AIEP. Chile, Julio 31 en el 2º Encuentro Latinoamericano de Diseño 2007, Facultad de Diseño y Comunicación, Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina, 2007.

6.4 REVISTAS

- Lodato, F. Biónica, la naturaleza como herramienta de innovación. *Experimenta: Revista para la cultura del proyecto*. 2000 (31), p.46-55.
- Machuca, J. Introducción a los sistemas de oficina abierta. *Proyecto Diseño*, 2008. (56) p 20-25
- Chacon, E, Oficina moderna espacio para la productividad, revista oc Magazine # 3A , 2007, p 25-36
- [Mueller, T](#), [Clark, R](#), [Biomimetics: Design by nature](#) . [National Geographic](#) vol. 2008 (213)
- Especial oficinas. *Revista Axxis*, (188), 2009 p. 58 -89

6.5 SITIOS EN INTERNET

- Herman Miller Inc. 2007. *21st-Century work habitats*. [internet]. Disponible en: <http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k14,00.html> [acceso 26 febrero 2008]

- AF Steelcase. 2008. *Aproveche al máximo su espacio*. [internet]. Disponible en: http://www.construnario.com/notiweb/titulares_resultado.asp?regi=18143 [acceso 28 febrero 2008]
- AF Steelcase. 2007. *B Free Lounge de Steelcase transforma las zonas infrautilizadas de las oficinas*, [internet]. Disponible en:

http://www.construnario.com/notiweb/titulares_resultado.asp?regi=14972 [acceso 28 febrero 2008]
- AF Steelcase. 2007. *Ripple, un banco de diseño innovador*. [internet]. Disponible en: http://www.construnario.com/notiweb/titulares_resultado.asp?regi=17466 [acceso 28 febrero 2008]
- AF Steelcase. 2007. *Últimas tendencias en equipamiento para oficina en oficina viva*. [internet]. Disponible en:

http://www.construnario.com/notiweb/titulares_resultado.asp?regi=17471 [acceso 28 febrero 2008]
- Herman Miller Inc. 2003. *Beyond four walls and a door: understanding privacy in the office*. [internet]. Disponible en:

<http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k15,00.html> [acceso 26 febrero 2008]
- Herman Miller Inc. 2001. *Cross performance at work: what new roles mean to chairs we sit in*. [internet]. Disponible en:

<http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k18,00.html>
[acceso 26 febrero 2008]

- International Network for Cultural Diversity. 2006. *El fortalecimiento de las industrias creativas y el desarrollo de la capacidad cultural para el alivio de la pobreza.* [internet]. Disponible en: http://www.incd.net/docs/INCD_roadmap.doc_Nov06SP.htm [acceso 29 febrero 2008]
- Herman Miller Inc. 2002. *Everybody deserves a good chair.* [internet]. Disponible en: <http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k20,00.html> [acceso 26 febrero 2008]
- Herman Miller Inc. 2004. *Evolutionary psychology and workplace design: doing what comes naturally.* [internet]. Disponible en:
<http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k14,00.html>
[acceso 26 febrero 2008]
- Herman Miller Inc. 2001. *Experience of color.* [internet]. Disponible en: <http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k4,00.html>
[acceso 26 febrero 2008]
- Herman Miller Inc. 2006. *Forward thinking: why the ideas from the man who invented cubicles still make sense.* [internet]. Disponible en:
<http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k18,00.html>
[acceso 26 febrero 2008]

- Herman Miller Inc. 2005. *Innovation and creativity: something new or just a rearrangement?* [internet]. Disponible en:

<http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k13,00.html>
[acceso 26 febrero 2008]
- Mangado A. 2003. *Biónica: el arte de copiar a la naturaleza*. [internet]. Disponible en: http://webanalog.blogspot.com/2003_08_01_webanalog_archive.html [acceso 27 febrero 2008]
- Herman Miller Inc. 2003. *New executive officescapes: moving from private offices to open environments*. Disponible en:

<http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k15,00.html>
[acceso 26 febrero 2008]
- Anon. 2006. *Nuevos espacios de trabajo para favorecer la transparencia y la innovación de los profesionales*. Goodwill Comunicación. [online]. Disponible en: <http://www.goodwill.es/noticia.php?nID=943> [acceso 27 febrero 2008]
- Herman Miller Inc. 2001. *Office alternatives: working on-site*. [internet] Disponible en: <http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k14,00.html> [acceso 26 febrero 2008]
- Herman Miller Inc. 2007. *On the move: how mobile employees are changing the workplace, 2007*. [internet]. Disponible en:

<http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k14,00.html>
[acceso 26 febrero 2008]

- Herman Miller Inc. 2007. *Set them free: how alternative work styles can be a good fit*. [internet]. Disponible en:

<http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k3,00.html>
[acceso 26 febrero 2008]

- Herman Miller Inc. 2006. *When work and life balance, everyone wins*. [internet]. Disponible en: <http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/WhitePapers/0,1599,a10-c77-k12,00.html> [acceso 26 febrero 2008]

- Espiritual. Negro. [sitio en internet]. Disponible en: <http://espiritual-energia.blogspot.com/2007/09/negro-propiedades.html>. [acceso 11 Enero 2009]

- Tabla significado de colores. [sitio en internet]. Disponible en: <http://antsae.wordpress.com/2007/02/12/tabla-significado-de-colores/> [acceso 11 Enero 2009]

- Psicología del color. [sitio en internet]. Disponible en: <http://www.mujeer.com/hogar/psicologia-del-color.asp>. [acceso 11 Enero 2009]

- Teoría del color. [sitio en internet]. Disponible en: <http://elementadoblog.blogspot.com/2006/11/teora-del-color-el-rosa.html> [acceso 11 Enero 2009]

- Sensaciones de los colores. [sitio en internet]. Disponible en:
<http://www.fotonostra.com/grafico/sensacionescolores.htm> [acceso 11 Enero 2009]
- Psicología del color. [sitio en internet]. Disponible en:
<http://www.rppnet.com.ar/psicologiadelcolor.htm> [acceso 11 Enero 2009]
- Decorato. [sitio en internet]. Disponible en: <http://www.decorato.com.co/> [acceso 12 Enero 2009]
- Industrias Rod. [sitio en internet]. Disponible en: <http://www.industriasrod.com/> [acceso 12 Enero 2009]
- Martínez, J. La naturaleza de los fractales. [sitio en internet]. Disponible en:
http://www.fractovia.org/art/es/what_es1.shtml [acceso 13 Enero 2009]
- Columna vertebral. [sitio en internet]. Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Columna_vertebral . [acceso 13 Enero 2009]
- Como es y cómo funciona la espalda. [sitio en internet]. Disponible en:
http://www.espalda.org/divulgativa/como_es_funciona/comoes.as [acceso 13 Enero 2009]
- El cito esqueleto. [sitio en internet]. Disponible en:

<http://www.biblioteca.org.ar/Libros/hipertextos%20de%20biologia/cytoskel.htm>
[acceso 13 Enero 2009]

- Ventajas para el trabajo colaborativo. [sitio en internet]. Disponible en:
http://www.biblioteca_itson.mx/oa/educación [acceso 20 Septiembre 2008]
- Ofitec 2006 muestra las últimas tendencias y diseños de mobiliario para oficinas y colectividades.[sitio en internet].Disponible en:
<http://infurma.es/es/novedades/noticia/19005.es.html>. [acceso 20 Septiembre 2008]
- Fergosson J. Diseño de espacios de oficina. [sitio en internet]. Disponible en:
http://www.geocities.com/j_fergussen/oficina.html [acceso 20 septiembre 2008]
- Lenguaje del color.[sitio en internet]. Disponible en:
<http://www.fotonostra.com/grafico/lenguajecolor.htm> [acceso 11 Enero 2009]
- Cito esqueleto. [sitio en internet]. Disponible en:
http://www.biosci.uga.edu/almanac/bio_103/notes/may_16.html. [acceso 13 Enero 2009]
- Integración del cito esqueleto. [sitio en internet]. Disponible en:
<http://www.genomasur.com/lecturas/Guia06.htm>. [acceso 13 Enero 2009]

- AF STEELCASE. [sitio en internet]. Disponible en:
<http://www.infurma.es/es/novedades/noticia/21427.es.html>. [Acceso 12 Enero 2009]
- El minimalismo: menos es más. [sitio en internet]. Disponible en:
http://www.estiloyhogar.com/estilos/moderno/?pagina=estilos_moderno_009_009
[acceso 20 Septiembre 2008]
- Productividad en ambientes creativos. [Sitio en internet]. Disponible en:
<http://www.blogmuebles.com/productividad-en-ambientes-creativos/> [acceso 21 Septiembre 2008]
- Catenaria. [sitio en internet]. Disponible en:
<http://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/futuro/13-2054-2008-12-09.html>
[acceso 13 Enero 2009]
- Universidad UPB. [sitio en internet]. Disponible en: <http://www.upb.edu.co> . [acceso 21 Enero 2009]
- Universidad Eafit. [sitio en internet]. Disponible en: <http://www.eafit.edu.co>. [acceso 21 Enero 2009]
- Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. [sitio en internet]. Disponible en:
<http://www.politecnicojic.edu.co> . [acceso 21 Enero 2009]

- Colegio universitario Alajuela. [sitio en internet]. Disponible en: <http://www.cuna.ac.cr/> .[acceso 21 Enero 2009]
- eH! Estilo hogar tendencia: especial Oficinas. [sitio en internet]. Disponible en: <http://www.rionegro.com.ar/diario/eh/2006/09/24/3359.php> [acceso 22 Septiembre 2008]
- El espacio de oficinas: ¿Cuál es la tendencia?. [sitio en internet]. Disponible en: <http://revistasumma.com/contenido/articulos/148/1/el-espacio-de-oficinas-cual-es-la-tendencia/pagina1html> [acceso 20 Septiembre 2008]
- Tecnología y espacios de trabajo. [sitio en internet]. Disponible en: <http://www.masterdisseny.com/master-net/tribunal/0036.php3> [acceso 20 septiembre 2008]
- Vásquez, Fermín. 2003, "E-topia", trabajar desde el sofá. [internet], Disponible en: <http://www.revistas culturales.com/articulos/61/av-monografias/98/1/-e-topia-trabajar-desde-el-sofa.html> [acceso 12 abril 2009]

6.6 IMÁGENES

- Empresa Aktrons. Disponible en: <http://www.aktrons.com.co/> [acceso 7 Enero 2009]
- Empresa José Riveros. Disponible en:
http://www.joseriveros.com/sillas_ergonomicas.html [acceso 7 Enero 2009]

- Empresa Ezgo Studio. Disponible en: <http://www.ezgostudio.com/> [acceso 4 abril 2008]
- Empresa Ducon. Disponible en: www.ducon.com.co [acceso 7 Enero 2009]
- Empresa Famoc Depanel S.A. disponible en: www.famocdepanel.com. [acceso 4 abril 2008]
- Empresa Solinoff. Disponible en: www.solinoff.com. [acceso 4 abril 2008]
- Empresa RT Design. Disponible en: www.rta.com.co [acceso 7 Enero 2009]
- Empresa Compumuebles. Disponible en: www.compumuebles.com.co [acceso 7 Enero 2009]
- Empresa G2 Mobiliario. Disponible en: www.g2mobiliario.com [acceso 7 Enero 2009]
- Empresa Multiproyectos. Disponible en: www.multiproyectos.com.co [acceso 7 Enero 2009]
- Empresa Mepal. Disponible en: www.carvajal-mepal.com. [acceso 4 abril 2008]

- Empresa Kassani. Disponible en: www.kassani.com [acceso 4 abril 2008]

- Empresa Tugó. Disponible en: www.tugo.net [acceso 7 Enero 2009]

- Empresa Arquitectura Visual. Disponible en: www.arquitectvisual.com [acceso 7 Enero 2009]

- Empresa Muebles wonderful. Disponible en: www.muebles.com.co [acceso 7 Enero 2009]

- Empresa Tecnimuebles. Disponible en: www.tecnimueblesl.com [acceso 7 Enero 2009]

- Empresa Ofita. Disponible en www.ofita.com. [acceso 4 abril 2008]

- Empresa Heron Parigi. Disponible en www.heronparigi.it [acceso 4 abril 2008]

- Empresa Fursys. Disponible: en www.fursys.com. [acceso 4 abril 2008]

- Empresa Della Valentina. Disponible en: www.dvoffice.com. [acceso 4 abril 2008]

- Empresa Methis. Disponible en: www.methis.com. [acceso 4 abril 2008]

- Empres Bold Furniture. Disponible: en www.boldfurniture.com. [acceso 4 abril 2008]

- Empresa Watson Desking. Disponible en: www.watsonfurniture.com. [acceso 4 abril 2008]
- Empresa Frezia-Jofco. Disponible en: www.jofco.com. [acceso 4 abril 2008]
- Empresa Ark- Newport Collection. Disponible en: www.ark-inc.com [acceso 4 abril 2008]
- Empresa Tayco Panelink. Disponible en: www.tayco.com. [acceso 4 abril 2008]
- Empresa Three H. disponible en: www.three-h.com. [acceso 4 abril 2008]
- Empresa Xo Datesweiser. Disponible en: www.xodatesweiser [acceso 7 Enero 2009]
- Empresa Triangulo. Disponible en: www.triangulo2000.com [acceso 7 Enero 2009]
- Empresa Línea. Disponible en: www.grupolinea.com [acceso 7 Enero 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.gettyimages.com/detail/85180916/National-> [acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

<http://www.andaluciaenruta.com/wp-content/uploads/2007/07/gloriosa.jpg> [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://farm3.static.flickr.com/2142/2091263500_30d0157eca.jpg?v=0 [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://farm2.static.flickr.com/1347/536494009_5eead820d2.jpg&imgrefurl [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://farm2.static.flickr.com/1347/536494009_5eead820d2.jpg [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: <http://www.gettyimages.com/detail/AR0509-> [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: http://tarotreiki.files.wordpress.com/2008/05/loto_01.jpg [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: <http://www.gettyimages.com/detail/82293295/GAP-> [acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
<http://www.gettyimages.com/detail/84878107/Photographers-> [acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.gettyimages.com/detail/83146257/Digital> [acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
<http://www.gettyimages.com/detail/85286634/Flickr?axd=DetailPaging.Generic|1&axs=0|82831880%2c80250230%2c81945710%2c83597741%2c84405650%2c8b10068275c-> [acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
<http://www.gettyimages.com/detail/83868543/Photographers-> [acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.fotos-flores.com/imagenes/3-imagenes-orquideas-g.jpg> [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: http://images.mexicotop.com/uploads/naturaleza_1994.jpg
[acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/detail/85149207/Flickr?axd=DetailPaging.Generic|1&>
[acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

[http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?
contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=plantas
%20carnivoras&src=standard#](http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=plantas%20carnivoras&src=standard#) [acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

[http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?
contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=plantas
%20carnivoras&src=standard#2](http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=plantas%20carnivoras&src=standard#2) [acceso 24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

<http://acuarelaconcana.blogia.com/upload/20070910190600-pasiflora.jpg> [acceso
24 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

[http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?
contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=bambu&src=st
andard#](http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=bambu&src=standard#) [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

[http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?](http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=bambu&src=standard#4)

[contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=bambu&src=standard#4](http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=bambu&src=standard#4) [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

[http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?](http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=palmeras&src=standard#5)

[contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=palmeras&src=standard#5](http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=palmeras&src=standard#5) [acceso 24 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

[http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?](http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=cactus&src=standard#3)

[contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=cactus&src=standard#3](http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=es&family=creative&assetType=image&p=cactus&src=standard#3) [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: <http://www.apple.com/es/iphone/gallery/> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: <http://www.apple.com/es/iphone/gallery/#image3> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:
<http://www.economialcuadrado.com/wpcontent/uploads/2009/01/apple1.jpg>
[acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
<http://www.neomanox.com/blog/images/AppleBlackFriday.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
<http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://www.celularfull.com/wp-content/uploads/2008/06/apple-iphone-3g-> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.fayerwayer.com/up/2008/09/apple-lets-rock.jpg>
[acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.tuswallpapersgratis.com/wallpaper/Logo-Apple-Plateado/> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.oelse.com/wp-content/uploads/2009/02/apple-store.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://applecol.com/wp-content/uploads/2008/10/apple-la-1.png> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://cache.gizmodo.com/assets/resources/2007/12/apple_store2.jpg [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

http://www.lamujerobjeto.com/wpcontent/uploads/2007/07/apple_caja_regalo_ipod.jpg [acceso 25 Marzo 2009].
- Imagen. Disponible en: <http://muycomputer.com/files/264-10556-FOTO/Apple%20odia%20competencia%201.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://arystor.files.wordpress.com/2008/01/apple-logo-copia.png> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

http://www.westmont.edu/_academics/departments/communication_studies/images/AppleLogo.jpg [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

http://slowwolf.files.wordpress.com/2009/03/3d_apple_logo_102.jpg [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://mundomac.org/wp-content/uploads/2008/03/apple-logo1.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: <http://media.bestofmicro.com/Apple-Think-Different,6-1-217-3.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://www.cyanices.com/cyanblog/wp-content/uploads/2007/01/apple_cyan_wallpaper.png [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.vistawallpaper.org/vista-wallpapers/mac-ii-300x225.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://blacklightberry.com/Riya/1%2520Wallpapers/480x320/1Apple%2520480x320/Mac_Bonsai_apple_wallpaper_480x320.png&imgrefurl=http://www.blacklightthemes.com/f134/apple-wallpapers-360x480-480x320- [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://blacklightberry.com/Riya/1%2520Wallpapers/480x320/1Apple%2520480x320/Mac_Bonsai_apple_wallpaper_480x320.png&imgrefurl=http://www.blacklightthemes.com/f134/apple-wallpapers-360x480-480x320- [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: <http://hongkiat.s3.amazonaws.com/iphonewp/iphone-wallpaper-v1color-by-simoner1.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://hongkiat.s3.amazonaws.com/iphonewp/iphone-wallpaper-iphone-by-adolfphoto.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
<http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://hongkiat.s3.amazonaws.com/iphonewp/iphone-wallpaper-v1color-by-simoner1.jpg&imgrefurl=http://www.hongkiat.com/blog/55-most-beautiful-apple-iphone-> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
<http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://hongkiat.s3.amazonaws.com/iphonewp/iphone-wallpaper-v1color-by-simoner1.jpg&imgrefurl=http://www.hongkiat.com/blog/55-most-beautiful-apple-iphone-> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
http://prblog.typepad.com/photos/uncategorized/ipod_ads_2.jpg [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.apple.com/es/macbookair/> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: <http://www.apple.com/es/imac/> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.apple.com/es/mightymouse/> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.apple.com/es/iphone/gallery/#image1> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.apple.com/es/ipodnano/> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.apple.com/es/ipodclassic/> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

http://travelelectronics.com/w3/images/img_3728_ipod_shuffle_orange_450x3601.jpg [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://g-ec2.images-amazon.com/images/I/419HP1G952L._SS500_.jpg&imgrefurl=http://coolgadget.blogspot.com/&usg=__SWHynHPGQcd4tVL87vmPHtuJqlc=&h=500&w=500&sz=20&hl=es&start=12&um=1&tbnid= [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

<http://www.impresionante.net/wp-content/uploads/ipododck.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=liana&src=standard> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=egg&src=standard#3> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=wrinkle&src=standard> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=wrinkle&src=standard#2> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=branch&src=standard#2> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=curved%20branch&src=standard> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=turtle%20carapace&src=standard> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=turtle%20carapace&src=standard> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=curved%20tree&src=standard#2> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=curved%20tree&src=standard#2> [acceso 25 Marzo 2009].

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=curved%20flowers&src=standard> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=curved%20flowers&src=standard#2> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=curved%20flowers&src=standard#3> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?contractUrl=2&language=en-US&assetType=image&p=curved%20flowers&src=standard#4> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?assettype=image&artist=Gerald+Lord#> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?assettype=image&artist=Gerald+Lord#> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/Search/Search.aspx?assettype=image&artist=Gerald+Lord#> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://www.criarweb.com/artigos/images/desenho/5/tipos_1.gif [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://media.photobucket.com/image/tranquilidad/lillyanna/Blog%20de%20las%20Sombras/lirio.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://www.fondosgratis.com.mx/archivos/temp/990/400_1180719123_descanso.jpg
[acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://enrike45.files.wordpress.com/2008/08/relajacion2.jpg>
[acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

http://www.pid.se/en/seating/armchairs/placentero_509.html [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.trendir.com/archives/batti-portal-chair.jpg>
[acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

<http://pastoreslyssolares.files.wordpress.com/2009/03/motivacion.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www2.diariomotor.com/imagenes/hyundai-genesis-rksports-concept-1%20copia.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

<http://www.gettyimages.com/detail/84874165/Photodisc?axd=DetailPaging.Generic|1&axs=0|200569352-> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://1.bp.blogspot.com/_Cb3zHb0wkoM/SECAIJtWPtI/AAAAAAAAAWM/2GYEOu9JLhU/s400/karim_logo.gif [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

http://www.absolumentdesign.com/images/marques/logo_Koziol_180.png [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.visitacasas.com/images/biblioteca.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: http://www.coordination-berlin.de/Images/CHE/Cherries_Koziol_01.jpg [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: http://mocoloco.com/koziol_cherrie_partition_2.jpg [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.karimrashid.com/> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

<http://cristatek.com/photo01122005055134/thumb/1133480233.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

<http://www.ambientacionyeventos.com/wpcontent/uploads/2007/09/naturalezamini31.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

<http://byfiles.storage.live.com/y1p00ofu7wqEwzPDhXi8htXYZgUbBQD3FzcUXOPCXOvb6GlxLnAlkFbFygdS90eS-ZjW0rIHqEUnA0> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://es.geocities.com/diclonus/zen1.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

http://farm3.static.flickr.com/2232/2402478815_9a826a37a4.jpg [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://thyago.files.wordpress.com/2007/05/cirque-du-soleil-alegria.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

<http://www.initio.com.mx/wp-content/uploads/2008/04/alphasphere-relajacion.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:

http://www.decoralis.com/wp-content/uploads/MUEBLES/idesk_1.jpg [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: <http://www.mimovil.com.do/wp-content/uploads/10-15-07-iphone.jpg> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
http://images.techtree.com/ttimages/story/68081_rw_applemightymouse_full_mouse.JPG [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: http://www.fractovia.org/art/es/what_es1.shtml [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://images.google.com.co> [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Columna_vertebral [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en:
http://www.espalda.org/divulgativa/como_es_funciona/comoes.asp [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: www.kinecare.net/images/spine.jpg [acceso 25 Marzo 2009]
- Imagen. Disponible en: <http://www.karimrashid.com> [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en:

http://www.carampangue.cl/Biocarampangue/1.Citoesqueleto_organelos.jpg
[acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: www.kinecare.net/images/spine.jpg [acceso 25 Marzo 2009]

- Imagen. Disponible en: www.3dscience.com [acceso 25 Marzo 2009].