



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DE COMPONENTES PARA  
LA BICICLETA DEL SISTEMA  
BICIPUMA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**P R E S E N T A:**

**MARIO ALBERTO SOSA HIDALGO**



**DIRECTOR DE TESIS:  
ING. MARIANO GARCÍA DEL GÁLLEGO**

**2014**

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	11
2.2. ANTECEDENTES.....	11
2.3. INVESTIGACIÓN.....	11
2.4. DISEÑO CONCEPTUAL .....	12
2.5. DISEÑO DE CONFIGURACIÓN.....	12
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
3.1. PROBLEMÁTICA.....	13
3.2. OBJETIVO GENERAL.....	13
3.3. OBJETIVOS PARTICULARES.....	13
3.4. ALCANCES .....	13
<b>4. ANTECEDENTES .....</b>	<b>14</b>
4.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA BICICLETA.....	14
4.2. LA BICICLETA COMO TRANSPORTE EN MÉXICO .....	17
4.3. POLÍTICAS URBANAS E INFRAESTRUCTURA PARA EL FOMENTO DEL USO DE LA BICICLETA EN LA CIUDAD DE MÉXICO .....	18
4.4. SISTEMAS DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS EN MÉXICO Y EN EL MUNDO .....	19
4.5. EL SISTEMA BICIPUMA .....	22
4.6. FUENTES CONSULTADAS .....	24
4.7. IMÁGENES DEL CAPÍTULO (FIG. 4-X).....	24
<b>5. INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>26</b>
5.1. SUBSISTEMAS DE LA BICICLETA.....	26
5.2. LAS BICICLETAS DEL SISTEMA BICIPUMA.....	26
5.2.1. <i>Benotto Blanca</i> .....	28
5.2.2. <i>Magistroni Blanca</i> .....	28
5.2.3. <i>PUMA Azul</i> .....	29
5.3. ANÁLISIS DE LA CICLOPISTA DEL CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA .....	29
5.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE EL USUARIO INDIRECTO DEL SISTEMA ..	31
5.5. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE EL USUARIO DIRECTO DEL SISTEMA.....	34
5.5.1. <i>Primera Etapa</i> .....	34
5.5.2. <i>Segunda Etapa</i> .....	38
5.6. ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	40
5.6.1. <i>Complejidad de los Problemas identificados.</i> .....	41
5.6.2. <i>Priorización de Problemas identificados.</i> .....	43
5.7. REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO .....	43
5.7.1. <i>Requerimientos</i> .....	44
5.7.2. <i>Especificaciones</i> .....	45
5.8. BENCHMARKING.....	45
5.8.1. <i>Asiento</i> .....	45

5.8.2. Sistema de Sujeción de Tubo de Asiento .....	51
5.8.3. Sistema de Carga .....	55
5.8.4. Timbre.....	61
5.9. FUENTES CONSULTADAS .....	66
5.10. IMÁGENES DEL CAPÍTULO (5-X).....	67
<b>6. DISEÑO CONCEPTUAL.....</b>	<b>68</b>
6.1. PERFIL DE DISEÑO .....	68
6.1.1. Asiento.....	68
6.1.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento.....	69
6.1.3. Sistema de Carga .....	71
6.1.4. Timbre.....	72
6.2. LLUVIA DE IDEAS (BOCETOS) .....	74
6.2.1. Asiento.....	74
6.2.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento.....	74
6.2.3. Sistema de Carga .....	75
6.2.4. Timbre.....	75
6.3. SELECCIÓN PREVIA DE CONCEPTOS.....	76
6.3.1. Asiento.....	76
6.3.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento.....	79
6.3.3. Sistema de Carga .....	81
6.3.4. Timbre.....	84
6.4. PROTOTIPOS RÁPIDOS .....	87
6.4.1. Asiento.....	87
6.4.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento.....	88
6.4.3. Sistema de Carga .....	89
6.4.4. Timbre.....	91
6.5. FUENTES CONSULTADAS .....	94
6.6. IMÁGENES DEL CAPÍTULO (6-X).....	94
<b>7. DISEÑO DE CONFIGURACIÓN .....</b>	<b>95</b>
7.1. SELECCIÓN Y ANÁLISIS DE CONCEPTOS FINALES .....	95
7.1.1. Asiento.....	95
7.1.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento.....	97
7.1.3. Sistema de Carga .....	98
7.1.4. Timbre.....	100
7.2. MODELADO EN SOFTWARE CAD .....	102
7.2.1. Asiento.....	102
7.2.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento.....	105
7.2.3. Sistema de Carga .....	108
7.2.4. Timbre.....	114
7.3. FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE CONFIGURACIÓN.....	118
7.3.1. Asiento.....	118
7.3.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento.....	120
7.3.3. Sistema de Carga .....	122
7.3.4. Timbre.....	126
7.4. FUENTES CONSULTADAS .....	130

7.5. IMÁGENES DEL CAPÍTULO (7-X).....	130
<b>8. CONCLUSIONES Y RESULTADOS .....</b>	<b>131</b>
8.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	131
8.2. CONCLUSIONES GLOBALES.....	131
8.3. CONCLUSIONES PERSONALES.....	132
<b>ANEXO A. SUBSISTEMAS DE LA BICICLETA.....</b>	<b>134</b>
• CUADRO.....	135
• DIRECCIÓN.....	136
➤ <i>Tijera (Horquilla)</i> .....	136
➤ <i>Potencia (Poste de Manubrio)</i> .....	137
➤ <i>Manubrio (Manillar)</i> .....	137
ASIENTO .....	138
➤ <i>Asiento</i> .....	138
➤ <i>Tube del Asiento</i> .....	138
➤ <i>Dispositivo de Sujeción del Asiento.</i> .....	138
• TRANSMISIÓN DE POTENCIA .....	139
➤ <i>Pedales</i> .....	139
➤ <i>Bielas</i> .....	140
➤ <i>Multiplicación</i> .....	140
➤ <i>Piñón</i> .....	140
➤ <i>Cambios</i> .....	141
➤ <i>Cadena</i> .....	142
• CARGA.....	142
➤ <i>Canastilla</i> .....	142
➤ <i>Parrilla</i> .....	142
• RUEDAS .....	143
➤ <i>Mazas</i> .....	143
➤ <i>Aros</i> .....	144
➤ <i>Rayos</i> .....	144
➤ <i>Llanta (Neumático)</i> .....	145
• FUENTES CONSULTADAS .....	146
• IMÁGENES DEL CAPÍTULO (ANXA. FIG. X).....	146
<b>ANEXO B. PRUEBAS DE BICICLETAS BICIPUMA.....</b>	<b>147</b>
• PRUEBAS CUALITATIVAS .....	147
• PRUEBAS CUANTITATIVAS.....	148
<b>ANEXO C. ENCUESTAS USUARIO DIRECTO.....</b>	<b>151</b>
• ENCUESTA # 1 .....	151
• ENCUESTA # 2.....	152

## Lista de Figuras

FIG. 4-1 MÁQUINA CORREDORA DE KARL VON DRAIS .....	14
FIG. 4-2. MÁQUINA DE PROPULSIÓN HUMANA INVENTADA POR KIRKPATRICK MACMILLAN	14
FIG. 4-3. BICICLETA DE "RUEDA ALTA" .....	15
FIG. 4-4. MÁQUINA SEGURA, 1885 .....	15
FIG. 4-5. MAPA DE LA COMPETENCIA Y PUBLICIDAD DE LA SEGUNDA ETAPA DEL PRIMER TOUR DE FRANCE, 1903. ....	16
FIG. 4-6. SPECIALIZED STUMJUMPER, LA PRIMERA BICICLETA DE MONTAÑA PRODUCIDA EN SERIE, 1981. ....	16
FIG. 4-7. BICICLETA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA AUTOMOTRIZ SMART, 2010 .....	17
FIG. 4-8. GRUPO DE HOMBRES EN BICICLETA, CIUDAD DE MÉXICO, 1910.....	17
FIG. 4-9. IMAGEN DEL PRIMER CICLOTÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 2007 .....	18
FIG. 4-10. PASEOS NOCTURNOS SOBRE EL CENTRO HISTÓRICO. ....	18
FIG. 4-11. BICI-ESTACIÓN DEL SISTEMA ECOBICI .....	19
FIG. 4-12. SISTEMA DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS DE NUEVA YORK .....	19
FIG. 4-13. SISTEMA DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS DE PARIS.....	20
FIG. 4-14. SISTEMA DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS DE HANGZHOU .....	20
FIG. 4-15. SISTEMA DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO, ECOBICI. .....	21
FIG. 4-16. TIJUANA BIKE TOURS. ....	21
FIG. 4-17. EL SISTEMA BICIPUMA DE LA UNAM.....	22
FIG. 4-18. BICICENTRO Y TALLERES DEL SISTEMA BICIPUMA .....	22
FIG. 4-19. ESTACIÓN DEL SISTEMA BICIPUMA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS.....	23
FIG. 4-20 ESTACIÓN DEL SISTEMA BICIPUMA EN LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS .....	23
FIG. 5-1. BICICLETAS DEL SISTEMA BICIPUMA .....	27
FIG. 5-2. MAPA DE LA CICLOPISTA DE CIUDAD UNIVERSITARIA.....	29
FIG. 5-3. ESTACIÓN BICIPUMA EN LA FACULTAD DE DERECHO .....	30
FIG. 5-4. PENDIENTE PRONUNCIADA EN LA RUTA ESTADIO - MEDICINA.....	31
FIG. 5-5. EJEMPLOS DE FALLAS ENCONTRADAS EN LAS BICICLETAS BICIPUMA.....	33
FIG. 5-6. ENCUESTA GENERAL DE USO .....	35
FIG. 5-7. FRECUENCIA DE USO POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES .....	35
FIG. 5-8. OPINIÓN DEL SISTEMA BICIPUMA.....	36
FIG. 5-9. OPINIÓN DEL DISEÑO DE LAS BICICLETAS BICIPUMA.....	37
FIG. 5-10. GRÁFICAS DE RESULTADOS DE ENCUESTA DE LA SEGUNDA ETAPA .....	38
FIG. 5-11. GRÁFICA DE MOTIVACIÓN ESTUDIANTIL PARA USAR EL SISTEMA BICIPUMA	39
FIG. 5-12. GRÁFICA DE TIEMPO PROMEDIO DE USO.....	39
FIG. 5-13. GRÁFICA DE REVISIÓN DE COMPONENTES .....	40
FIG. 5-14. PATENTE DE ASIENTO DE DOS PIEZAS (2006).....	48
FIG. 5-15. PATENTE DE ASIENTO CON CUERPO INTERIOR INTERCAMBIABLE (2009).....	49
FIG. 5-16. PATENTE DE ASIENTO CON CUERPO DE RODILLO (2013) .....	50
FIG. 5-17. PATENTE DE ASIENTO CON CUERPO DE TELA (2013).....	50
FIG. 5-18. PATENTE DE SISTEMA DE SUJECIÓN POR PERNO (1985).....	53
FIG. 5-19. PATENTE DE SISTEMA HIDRÁULICO DE AJUSTE Y SUJECIÓN DE ASIENTO (2012) .....	54

FIG. 5-20. PATENTE DE SISTEMA DE SUJECIÓN DEL TUBO DEL ASIENTO CON PERNO AUTOAJUSTABLE (2011) .....	55
FIG. 5-21. PATENTE DE CANASTILLA PLEGABLE (2010) .....	59
FIG. 5-22. PATENTE DE REMOLQUE PARA BICICLETA (2011) .....	60
FIG. 5-23. PATENTE PARA CANASTILLA SOLDADA AL MANUBRIO (2012) .....	60
FIG. 5-24. PATENTE DE TIMBRE ROTATORIO (1994) .....	63
FIG. 5-25. PATENTE DE TIMBRE UNIDO A LA PALANCA DE FRENO (2010) .....	64
FIG. 5-26. PATENTE DE TIMBRE ENSAMBLADO JUNTO A LA TIJERA DE UNA BICICLETA (2012) .....	65
FIG. 6-1 COMPOSICIÓN INTERNA DEL ASIENTO BICIPUMA.....	69
FIG. 6-2. DESGASTE DEL TUBO DE ASIENTO Y ABRAZADERA UTILIZADA POR BICIPUMA	70
FIG. 6-3. TIPOS DE CANASTILLAS UTILIZADAS POR BICIPUMA.....	71
FIG. 6-4. PROBLEMAS COMUNES CON LAS CANASTILLAS.....	72
FIG. 6-5. BOCETOS DEL REDISEÑO DEL ASIENTO.....	74
FIG. 6-6. BOCETOS DEL REDISEÑO DEL SISTEMA DE SUJECIÓN DEL ASIENTO .....	75
FIG. 6-7. BOCETOS DEL REDISEÑO DEL TIMBRE .....	75
FIG. 6-8. PROPUESTA CONCEPTUAL # 1 DE ASIENTO.....	77
FIG. 6-9. PROPUESTA CONCEPTUAL # 2 DE ASIENTO.....	78
FIG. 6-10. PROPUESTA CONCEPTUAL # 3 DE ASIENTO.....	78
FIG. 6-11. PROPUESTA CONCEPTUAL # 1 DE SISTEMA DE SUJECIÓN DEL TUBO DEL ASIENTO.....	80
FIG. 6-12. PROPUESTA CONCEPTUAL # 2 DE SISTEMA DE SUJECIÓN DEL TUBO DEL ASIENTO.....	80
FIG. 6-13. PROPUESTA CONCEPTUAL # 3 DE SISTEMA DE SUJECIÓN DEL TUBO DEL ASIENTO.....	81
FIG. 6-14. PROPUESTA CONCEPTUAL # 1 DE SISTEMA DE CARGA .....	82
FIG. 6-15. PROPUESTA CONCEPTUAL # 2 DE SISTEMA DE CARGA .....	83
FIG. 6-16. PROPUESTA CONCEPTUAL # 3 DE SISTEMA DE CARGA.....	83
FIG. 6-17. PROPUESTA CONCEPTUAL #1 DE TIMBRE .....	85
FIG. 6-18. PROPUESTA CONCEPTUAL #2 DE TIMBRE .....	86
FIG. 6-19. PROPUESTA CONCEPTUAL #3 DE TIMBRE .....	87
FIG. 6-20. PROTOTIPO RÁPIDO # 1 DE ASIENTO .....	88
FIG. 6-21. PROTOTIPO RÁPIDO # 1 DE SISTEMA DE SUJECIÓN DE TUBO DEL ASIENTO ...	89
FIG. 6-22. PROTOTIPO RÁPIDO # 2 DE SISTEMA DE SUJECIÓN DEL TUBO DEL ASIENTO .	89
FIG. 6-23. PROTOTIPO RÁPIDO # 1 DE SISTEMA DE CARGA .....	90
FIG. 6-24. PROTOTIPO RÁPIDO # 2 DE SISTEMA DE CARGA .....	91
FIG. 6-25. PROTOTIPO RÁPIDO # 1 DE TIMBRE.....	92
FIG. 6-26. PROTOTIPO RÁPIDO # 2 DE TIMBRE.....	93
FIG. 7-1. MODELO EN 3D DEL ASIENTO .....	102
FIG. 7-2. MODELO EN 3D DEL ASIENTO .....	103
FIG. 7-3. MODELO EN 3D DEL ASIENTO .....	104
FIG. 7-4. MODELO EN 3D DEL SISTEMA DE SUJECIÓN DEL ASIENTO .....	105
FIG. 7-5. MODELO EN 3D DEL SISTEMA DE SUJECIÓN DEL ASIENTO .....	106
FIG. 7-6. MODELO EN 3D DEL SISTEMA DE SUJECIÓN DEL ASIENTO .....	107
FIG. 7-7. MODELO EN 3D DEL SISTEMA DE CARGA 1.....	108
FIG. 7-8. MODELO EN 3D DEL SISTEMA DE CARGA 1.....	109
FIG. 7-9. MODELO EN 3D DEL SISTEMA DE CARGA 1.....	110

FIG. 7-10. MODELO EN 3D DEL SISTEMA DE CARGA 2.....	111
FIG. 7-11. MODELO EN 3D DEL SISTEMA DE CARGA 2.....	112
FIG. 7-12. MODELO EN 3D DEL SISTEMA DE CARGA 2.....	113
FIG. 7-13. MODELO EN 3D DEL TIMBRE .....	114
FIG. 7-14. MODELO EN 3D DEL TIMBRE .....	115
FIG. 7-15. MODELO EN 3D DEL TIMBRE .....	116
FIG. 7-16. MODELO EN 3D DEL TIMBRE .....	117
FIG. 7-17. POSICIÓN DE ENSAMBLE DEL ASIENTO .....	118
FIG. 7-18. VISTA SUPERIOR DEL ASIENTO .....	119
FIG. 7-19. POSICIÓN INICIAL DEL ASIENTO .....	120
FIG. 7-20. INSTRUCCIONES DE AJUSTE DE ALTURA DEL ASIENTO.....	121
FIG. 7-21. POSICIÓN FINAL DEL ASIENTO.....	122
FIG. 7-22. PROPUESTA # 1 DEL SISTEMA DE CARGA.....	123
FIG. 7-23. SECCIÓN DE LA BICICLETA DONDE SE COLOCA EL SISTEMA DE CARGA.....	123
FIG. 7-24. INSTRUCCIONES DE USO DEL SISTEMA DE CARGA .....	124
FIG. 7-25. PROPUESTA # 2 DEL SISTEMA DE CARGA.....	125
FIG. 7-26. FUNCIONAMIENTO DE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE CARGA .....	125
FIG. 7-27. ARGOLLAS METÁLICAS QUE SE AJUSTAN AL EJE DE LA MAZA TRASERA.....	126
FIG. 7-28. PROPUESTA FINAL DE TIMBRE .....	127
FIG. 7-29. MÉTODO DE SUJECIÓN DE LA CAMPANA.....	127
FIG. 7-30. BARRENO DE SUJECIÓN PARA LA PALANCA DE FRENO .....	128
FIG. 7-31. FUNCIONAMIENTO DE LA PROPUESTA DE TIMBRE .....	129

## Lista de Tablas

TABLA 1 COMPLEJIDAD DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS .....	42
TABLA 2 PRIORIDAD DE PROBLEMA IDENTIFICADO .....	43
TABLA 3 TIPOS DE ASIENTOS EXISTENTES .....	46
TABLA 4 EJEMPLOS DE ASIENTOS COMERCIALES .....	48
TABLA 5 PRINCIPIOS FÍSICOS DE LOS SISTEMAS DE SUJECIÓN DE TUBO DE ASIENTO.....	51
TABLA 6 EJEMPLOS COMERCIALES DE LOS SISTEMAS DE SUJECIÓN DEL TUBO DE ASIENTO .....	53
TABLA 7 TIPOS DE SISTEMAS DE CARGA Y EJEMPLOS COMERCIALES .....	56
TABLA 8 TIPOS DE SISTEMA DE CARGA Y EJEMPLOS COMERCIALES.....	58
TABLA 9 PRINCIPIO FÍSICO USADO EN LOS TIMBRES PARA BICICLETA .....	61
TABLA 10 EJEMPLOS COMERCIALES DE TIMBRES PARA BICICLETA .....	63
TABLA 11 TABLA DE COMPARACIÓN DE PROPUESTAS PARA ASIENTO .....	76
TABLA 12 TABLA DE COMPARACIÓN DE PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE SUJECIÓN DEL ASIENTO .....	79

TABLA 13 TABLA DE COMPARACIÓN DE PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE CARGA.....	82
TABLA 14 TABLA DE COMPARACIÓN DE PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE CARGA.....	84
TABLA 15 CRITERIOS DE DISEÑO Y PESOS RELATIVOS DEL ASIENTO.....	96
TABLA 16 MATRIZ DE DECISIÓN PARA EL CONCEPTO DEL ASIENTO .....	96
TABLA 17 CRITERIOS DE DISEÑO Y PESOS RELATIVOS DEL SISTEMA DE SUJECIÓN DEL TUBO DEL ASIENTO .....	97
TABLA 18 MATRIZ DE DECISIÓN PARA EL CONCEPTO DEL SISTEMA DE SUJECIÓN DEL TUBO DEL ASIENTO .....	98
TABLA 19 CRITERIOS DE DISEÑO Y PESOS RELATIVOS DEL SISTEMA DE CARGA .....	99
TABLA 20 MATRIZ DE DECISIÓN PARA EL CONCEPTO DEL SISTEMA DE CARGA .....	99
TABLA 21 CRITERIOS DE DISEÑO Y PESOS RELATIVOS DEL TIMBRE .....	100
TABLA 22 MATRIZ DE DECISIÓN PARA EL CONCEPTO DEL TIMBRE .....	101

# 1. INTRODUCCIÓN

El **sistema BICIPUMA**, es el programa universitario de préstamo de bicicletas de la UNAM. Un sistema de préstamo de bicicletas es un servicio que brinda la oportunidad de disponer bicicletas a un grupo usuarios por un tiempo determinado. En este caso, el préstamo se realiza dentro de las inmediaciones del campus de Ciudad Universitaria. El sistema BICIPUMA es considerado uno de los primeros, y uno de los mejores programas universitarios de préstamo de bicicletas en Latinoamérica. El sistema fue creado en el 2005 por la Secretaría de Servicios a la Comunidad Universitaria, a través de la Dirección General de Atención a la Comunidad Universitaria. Lamentablemente, algunos de los componentes de sus bicicletas, no cumplen con las expectativas deseadas por los usuarios. El presente trabajo, describe el proceso de diseño necesario para proponer una solución que se acople lo más posible a las necesidades tanto de los encargados del sistema, como las de los estudiantes y trabajadores que lo utilizan diariamente.

El trabajo comienza con la etapa de Marco Teórico, en donde se describe detalladamente la metodología de diseño que se siguió para resolver el conflicto identificado.

Durante la etapa siguiente, la etapa de **Descripción del Problema**, se presenta un panorama general del problema. Se divide en Necesidad, Objetivos y Alcances. La necesidad plantea en una simple oración la definición del problema. Por otro lado, los objetivos se dividen en generales y particulares, siendo el objetivo general la meta final del proyecto que se complementa con los objetivos particulares. Finalmente se describen los alcances del proyecto con el afán de darle una visión a futuro de las soluciones propuestas.

Posteriormente la etapa de **Antecedentes** nos da un panorama del estado del arte del problema. Comienza con una breve reseña histórica de la bicicleta, siguiendo con un análisis del papel que ha jugado la bicicleta en México. Después se le da un especial énfasis a los sistemas de préstamo de bicicletas nacionales e internacionales, resaltando su funcionamiento e impacto social. Finalmente se hace una reseña del sistema BICIPMA, así como un pequeño análisis del problema que les afecta.

El trabajo continúa con la etapa de **Investigación**, siendo la etapa dónde se reunió y analizó la mayor cantidad de información. La etapa comienza con una breve descripción de las bicicletas utilizadas por el sistema BICIPUMA. Prosigue con un análisis detallado de la ciclista que atraviesa el campus central de Ciudad Universitaria. Posteriormente se describen las etapas de recopilación de información. Durante la investigación se obtuvo información importante tanto de los encargados del sistema como de los usuarios con el objetivo de complementar las propuestas de diseño. Después se analizaron los requisitos deseados del proyecto y se concretaron las especificaciones necesarias. Finalmente la etapa

concluye con una investigación de “benchmarking”, lo que ayudó a ampliar los conocimientos que se tenían del estado del arte del problema.

Después está la etapa de **Diseño Conceptual**, la etapa que se considera la más creativa de todo el proceso. Esta etapa comienza con la creación de un perfil de diseño, en donde se describe específica y detalladamente el problema y se realiza un análisis para determinar la posible causa que lo provoca. Posteriormente se realiza una etapa de lluvia de ideas, en la cual se busca proponer el mayor número de soluciones al problema. El paso anterior viene acompañado de una preselección de ideas, donde se analizan las ideas propuestas anteriormente y se filtran de tal manera que sólo las ideas que tienen una mayor oportunidad de solucionar el problema se eligen. Finalmente la etapa concluye con un proceso de prototipado rápido con el objetivo de comprender mejor el funcionamiento de las ideas propuestas para también comprender mejor la naturaleza del problema.

Posteriormente viene la etapa de **Diseño de Configuración**, la etapa final del proyecto. La etapa comienza con la selección final de propuestas de solución. Esta selección se basa en un método de matrices de decisión y se complementan con un análisis sencillo del funcionamiento y composición de las propuestas. A continuación se modelaron en un software CAD las propuestas finales para así comprender su funcionamiento y el lugar que ocuparían en el espacio tridimensional. Finalmente un análisis, explicación y justificación del funcionamiento de cada propuesta concluyen esta etapa. Durante este último paso ya se tiene una imagen general de la solución y su funcionamiento.

Por último el trabajo termina con la etapa de **Conclusiones y Resultados**, en la cual se realiza un análisis de breve de los resultados obtenidos, así como se expresan las conclusiones globales y personales del proyecto.

## 2. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo envuelve una metodología de diseño que gira en torno al usuario. La principal característica de dicha metodología es que se fundamenta en la empatía, la creatividad y la racionalización para analizar y proponer soluciones que se ajusten al contexto de un problema. Dentro de la metodología propuesta el usuario tiene un papel fundamental ya que él es el individuo con mayor contacto con el problema estudiado. La metodología propuesta trata de conjuntar elementos de distintas metodologías de diseño como el “Design Thinking” (popularmente utilizado en la Universidad de Stanford), la metodología de “Diseño de Producto” propuesta por Karl Ulrich y demás metodologías de ingeniería de diseño, además de buscar basarse en un método convergente para la identificación del problema. La metodología propuesta se describe a continuación:

### 2.1. Descripción Del Problema

Durante la etapa de descripción del problema se realiza un análisis sustancial del problema o problemas identificados, para los que se plantean objetivos y alcances que llevarán al desarrollo de una solución eficiente y certera. Se contemplan objetivos generales y particulares que se complementan y retroalimentan con la ayuda de los individuos involucrados en el proceso de diseño además de los profesionistas de la ingeniería: los usuarios. Ya sean directos o indirectos, la consulta de los usuarios es esencial para la construcción de los objetivos del proyecto. Se considera que el diseño de producto se puede aplicar tanto a objetos tangibles como intangibles.

### 2.2. Antecedentes

En la etapa de antecedentes se describe una breve reseña de lo que representa el estado del arte del problema a solucionar. Se contemplan las soluciones que ha tenido a lo largo de la historia, y si no es posible, se consideran problemas o características similares que pueden llevar a la innovación en el campo de solución. Durante esta etapa también se brinda una descripción contextualizada del problema que se enfrenta.

### 2.3. Investigación

Durante esta etapa se reúne la mayor cantidad de información posible acerca del problema y sus posibles soluciones. La etapa considera la recopilación de información de manera objetiva y concentrada. La investigación se enfoca lo más posible en el problema a solucionar, evitando así la consulta de información ajena al tema de estudio que puede resultar perjudicial para los objetivos del proyecto. Posteriormente la información se organiza de una forma lógica y organizada a fin de fungir como un recurso de consulta para las etapas posteriores. Finalmente la información es analizada con el fin de llegar a una conclusión racional, para la formulación de soluciones. La etapa de investigación también se concentra en el

usuario, ya que siendo el individuo con mayor contacto con el objeto a diseñar, es una fuente de información importante.

Además de lo anterior, durante esta etapa se consolidan los requerimientos y especificaciones del proyecto. Éstos son importantes debido a que ayudan a crear una visión de lo que deberá contener la propuesta de solución, lo que ayuda a no perder de vista objetivo inicial.

## 2.4. Diseño Conceptual

En esta etapa del proceso de diseño se proponen ideas abstractas de solución. Al principio de la etapa la concepción de ideas debe ser amplia, procurando abarcar el mayor número de ideas que ayuden en la solución del problema identificado. Posteriormente se evalúan las ideas para seleccionar la o las que cumplan con las expectativas de solución. El proceso se repite como un efecto embudo, filtrando ideas hasta que finalmente se integren en una o varias propuestas finales. La abstracción de las ideas a un nivel conceptual es lo que define a esta etapa, no se busca una solución particular durante ella. Algo que vale la pena recalcar es que durante el diseño conceptual es preciso crear prototipos rápidos de bajo presupuesto para ayudar al desarrollador a tener un mayor entendimiento de las ideas propuestas.

## 2.5. Diseño de Configuración

La etapa de diseño de configuración comienza con la selección de la o las propuestas finales de solución. Las propuestas son depuradas previamente con ayuda de las especificaciones del proyecto definidas en la etapa de Investigación y también con la ayuda de la experiencia en el campo de diseño que se esté enfocando. Posteriormente se realizan dibujos más definidos de las propuestas elegidas además de requerirse en la actualidad un modelado en 3D. El modelado en tercera dimensión ayuda al diseñador y al usuario a comprender mejor la relación que ocupa cada cuerpo del producto en el espacio. Esto también favorece la descripción del funcionamiento del producto en un ambiente simulado. Por otra parte se puede contemplar las propiedades de configuración del concepto seleccionado, como pueden ser la cantidad de piezas o su ensamble previo. Finalmente se puede realizar un prototipo de configuración que complemente la visión de configuración que se tiene de las propuestas finales.

## **3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **3.1. Problemática**

El sistema BICIPUMA, el programa de préstamo de bicicletas interno de la UNAM, tiene deficiencias. Esto debido a que, los componentes de las bicicletas, no cumplen los requisitos deseados por los estudiantes ni por los encargados del sistema.

### **3.2. Objetivo General**

Con ayuda de herramientas de diseño como el “Design Thinking”, TRIZ y la Ingeniería de Diseño, encontrar una solución conceptual que cumpla los requisitos deseados por los usuarios.

### **3.3. Objetivos Particulares**

- Desarrollar al menos una propuesta de diseño de configuración que solucione el problema identificado y de ser posible construir un prototipo funcional.
- Las soluciones propuestas envuelvan tanto componentes comercialmente disponibles, como innovaciones.
- Utilizar las metodologías de diseño aprendidas durante la Licenciatura.
- De ser posible, implementar los prototipos resultantes en las bicicletas del sistema BICIPUMA, para el semestre 2014-2.

### **3.4. Alcances**

Se pretende que el proyecto pueda tener un impacto directo a partir del semestre 2014-2. Se tiene pensado, también, instalar los prototipos funcionales en las bicicletas del sistema BICIPUMA. Lo anterior tiene como finalidad realizar pruebas, con ayuda de los usuarios, para obtener información de su funcionamiento dentro del programa, ya sean estas opiniones favorables o negativas.

El proyecto puede llegar a darle a la Universidad un programa de Bicicletas único en el mundo, debido a que se tendrían bicicletas que cumplen exclusivamente con las características requeridas para el público usuario local, así como para el terreno del campus de Ciudad Universitaria.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1. Breve Reseña Histórica de la Bicicleta

El uso de la bicicleta como medio de transporte tiene aproximadamente 200 años de desarrollo tecnológico y trasfondo histórico. El campo de los Vehículos de Propulsión Humana data del siglo XVII con la publicación del escrito “Recreations Mathematiques et Physiques” por parte del matemático Francés Jacques Ozanam. En él, se propone un vehículo de 4 ruedas de propulsión humana diseñado por el Dr. Elie Richard. [1]

El vehículo de propulsión humana que aplicaba el principio con tan sólo 2 ruedas, fue inventado por el excéntrico barón alemán Karl von Drais en 1817. [2] Su invento, bautizado como Laufmaschine (“máquina corredora”) consistía en un marco de madera unido a un par de ruedas de carruaje, complementado con un sillín y una barra delantera donde el usuario podía recargar las manos.



Fig. 4-1 Máquina Corredora de Karl Von Drais

A pesar de haber obtenido la patente en 1818, las copias del invento de Von Drais no se hicieron esperar. A mediados de 1818, Denis Johnson inventa un vehículo parecido al Laufmaschine de Von Drais, sin embargo, éste tenía una mejor estética, así como llantas más grandes para alcanzar una velocidad mayor y menor material para reducir su peso. [3]

Durante la próxima década, se le harían minuciosas modificaciones al invento de Von Drais, sin embargo no fueron de consideración.

No fue hasta 1839, cuando el escocés Kirkpatrick Macmillan añadió las palancas de conducción y los pedales a una máquina del tipo del invento de Von Drais. [4] Sin embargo, esta máquina no utilizaba un medio rotatorio de tracción, utilizaba unas palancas para comenzar el movimiento mediante el principio de biela-manivela, utilizado comúnmente en las locomotoras de la época.

Estas innovaciones permitieron al ciclista impulsar la máquina con los pies y sin tocar el suelo. [5]



Fig. 4-2. Máquina de propulsión humana inventada por Kirkpatrick Macmillan

Durante los 1860's se dio uno de los avances más grandes en la historia de la

bicicleta, se creó la primera bicicleta impulsada por pedales. Se tienen referencias que en durante la década, se tuvieron patentes por varios inventores franceses de la primera bicicleta impulsada por pedales, sin embargo, no se le ha atribuido el invento a ninguno. [6]

La invención consistía en un marco similar a la máquina de Von Drais y Macmillan, sin embargo, tenía un par de bielas con sus respectivos pedales a la rueda delantera, obteniendo velocidades mayores a las de su predecesor y también una mayor aceptación del público. [7]

En 1869, en Gran Bretaña se introdujeron neumáticos de goma maciza montados en acero. [8]

En 1873, se le atribuye a Eugene Meyer la invención de la bicicleta de Rueda Alta, el vehículo fue el primero en ser patentado con el nombre de "bicicleta". La rueda delantera de la máquina era tres veces más grande que la de atrás. [9][10]



*Fig. 4-3. Bicicleta de "Rueda Alta"*

Posteriormente fue mejorada, construida y comercializada por James Starley. [11]

Las modificaciones y mejoras en los 15 años siguientes incluyeron el cojinete de bolas, el neumático, el uso de tubos de acero soldados y los asientos de muelles, ayudaron a la bicicleta a llegar a la cumbre de su desarrollo. Sin embargo, la vibración excesiva y la inestabilidad de la bicicleta de Rueda Alta obligaron a los inventores a esforzarse por reducir la altura de la bicicleta. [12]

Hacia 1880 apareció la conocida máquina segura o baja. Las ruedas eran casi del mismo tamaño y los pedales, unidos a una rueda dentada a través de engranajes y una cadena de transmisión, movían la rueda de atrás. Para 1890 la bicicleta segura habría sustituido completamente a su predecesora, la bicicleta de Rueda Alta, tanto en Norteamérica como en Europa. [13]



*Fig. 4-4. Máquina segura, 1885*

Durante toda una década, a finales del siglo XIX la bicicleta gozó de un auge que nunca se repetiría de nuevo. Ya con casi un siglo de desarrollo, su diseño se acercaba cada día a la perfección. La bicicleta segura se volvió popular tanto en hombres, como en mujeres; así mismo la utilizaba la realeza y toda aquella persona que pudiera costearla. El diseño de la bicicleta segura trasciende hasta la actualidad.

Durante los inicios del Siglo XX, en Norteamérica, el uso de la bicicleta cayó

drásticamente debido a la aparición del automóvil, rezagando al ciclismo a una actividad de niños y jóvenes, así como al diseño de las bicicletas. Sin embargo, en Europa nunca se dio éste caso, contemplando los mayores desarrollos tecnológicos para el ciclismo urbano en la historia, además de la creación de competencias importantes como El Tour de France en 1903. [14]

En las décadas de 1960 y 1970, la contaminación atmosférica por los gases de los automóviles, así como la necesidad de tener una vida saludable incrementó el interés hacia la bicicleta. En parte, a causa de estos estímulos, la popularidad de la bicicleta se incrementó enormemente. En Estados Unidos por ejemplo, se dejó de considerar al ciclismo como una actividad de niños. [15] [16]



Fig. 4-5. Mapa de la competencia y Publicidad de la segunda etapa del primer Tour de France, 1903.

La importancia de la bicicleta se vivió en las décadas de los 1970 y 1980, donde aumentó su popularidad globalmente, reflejada en los avances tanto tecnológicos como internos del ciclismo. Se crearon muchas disciplinas de éste deporte, lo que conllevó a rediseñar la bicicleta para cumplir con las especificaciones que cada disciplina demandaba, y así tener una ventaja competitiva mayor.

En la década de los 1990 se crearon distintas Asociaciones de Ciclismo, con el afán de establecer un fuerte nexo entre los habitantes de las grandes urbes y el ciclismo recreativo. [17]



Fig. 4-6. Specialized Stumpjumper, la primera bicicleta de montaña producida en serie, 1981.

Actualmente, la bicicleta tiene una vital importancia en la manera de transportarse para la realización de nuestras actividades diarias, o simplemente como una actividad recreativa más que se puede disfrutar sin importar la clase social, edad o condición.

Se han implementado distintos materiales con el afán de mejorar de manera minuciosa el desempeño de la bicicleta, generalmente en el ámbito competitivo. [18]

También se han tenido avances tecnológicos en aspectos como la comodidad del usuario y en la adaptabilidad de la bicicleta con las nuevas tecnologías, creándose así las E-Bikes (bicicletas eléctricas inteligentes).

Si bien, la bicicleta no ha cambiado drásticamente de forma desde hace más de un siglo, su continuo desarrollo tecnológico ha hecho de ella la máquina “perfecta” para el transporte.



*Fig. 4-7. Bicicleta Eléctrica de la empresa automotriz SMART, 2010*

## 4.2. La Bicicleta como Transporte en México

En México, existen cientos de personas que, diariamente o con frecuencia, utilizan la bicicleta como medio de transporte para realizar sus actividades cotidianas.

La bicicleta ha tenido una gran importancia en la evolución del transporte urbano en toda la República Mexicana. A lo largo de su historia, México se ha visto beneficiado por el uso de este medio de transporte, haciendo de su uso una tradición que continúa hasta hoy en día.

A principios del siglo XIX llegaron las primeras bicicletas al continente americano, siendo así identificado el primer contacto entre México y este nuevo medio de transporte. Durante esta época, la bicicleta ya contaba con una historia de más de medio siglo, que venía acompañada de un desarrollo tecnológico inalcanzablemente voraz.

A finales del siglo XIX, el desarrollo en la infraestructura en México, permitió que el uso de la bicicleta se volviera popular como se había convertido en otros países anteriormente.



*Fig. 4-8. Grupo de Hombres en bicicleta, Ciudad de México, 1910*

Actualmente, tanto el Gobierno Federal Mexicano, como los Gobiernos Locales de las urbes importantes se encuentra en la realización de diversas reformas para el

transporte urbano que fomentan el uso de la bicicleta, así como la prevención de accidentes mediante la disminución en el uso del automóvil.

### 4.3. Políticas Urbanas e Infraestructura para el Fomento del uso de la Bicicleta en la Ciudad de México

Como ya se había mencionado, las fuerzas políticas prominentes en México encabezan una serie de reformas que ayudan al fomento en el uso de la bicicleta en México. Un ejemplo de ello es la implementación del programa Muévete en Bici, por parte del Gobierno del Distrito Federal. Dentro de este programa se incluyen los programas más importantes de movilidad urbana en los últimos años como el Ciclotón, los Paseos Dominicales y los Paseos Nocturnos por la Ciudad de México.



*Fig. 4-9. Imagen del primer Ciclotón de la Ciudad de México, 2007*

salud de los capitalinos, el ciclismo. [20]

A partir del año 2010 se iniciaron los paseos nocturnos en bicicleta por el Centro Histórico. Esta iniciativa se planteó como respuesta a una creciente demanda por parte de organizaciones de ciclistas y ciudadanos independientes por realizar estos eventos en el Centro Histórico. El primer paseo nocturno se celebró el 23 de mayo de 2010 con una asistencia de 3,500 ciudadanos y el segundo paseo nocturno el 30 de octubre del mismo año con una asistencia de 10 mil ciudadanos. Los paseos nocturnos se programaron para llevarlos a cabo en el Centro Histórico de la Ciudad de México con la finalidad de que los asistentes pudieran disfrutar y gozar de la



*Fig. 4-10. Paseos nocturnos sobre el Centro Histórico.*

belleza de sus edificios, plazas y monumentos iluminados. [21]

Otro aspecto importante es la creación de infraestructura exclusiva para ciclistas en la República Mexicana. Algunos ejemplos que se pueden describir son carriles exclusivos para bicicletas en avenidas principales, así como ciclovías para bicicletas en algunas ciudades de la República Mexicana. [22] En especial, estas reformas tienen como objetivo, familiarizar a la población en general con otros tipos de medio de transporte; además de incitar a su uso mediante la convivencia respetuosa y prolongada en las vías de transporte.

Finalmente, algo que no se puede dejar pasar, es la incursión de la Ciudad de México en los programas públicos de préstamo de bicicletas. El sistema local, conocido como ECOBICI, ha logrado toda una revolución en cuanto al transporte urbano en bicicleta. Registrando más de 30,000 usuarios en su primer año de operación, es el programa más importante de préstamo de bicicletas en la República Mexicana. [23]



*Fig. 4-11. Bici-estación del Sistema ECOBICI*

Éstas, así como otras políticas, han logrado en gran medida que el interés de los mexicanos por el transporte en vehículos de propulsión humana (VPH) haya aumentado exponencialmente; en especial, el uso de la bicicleta no sólo como actividad recreativa, sino también como medio de transporte de uso diario.

#### 4.4. Sistemas de Préstamo de Bicicletas en México y en el Mundo

Los sistemas de préstamo de bicicletas han tenido una corta, pero significativa existencia, principalmente en países donde el ciclismo es una actividad que regularmente es practicada por la mayor parte de la población.



*Fig. 4-12. Sistema de Préstamo de Bicicletas de Nueva York*

Un sistema de préstamo de bicicletas es un servicio que brinda la oportunidad de disponer bicicletas a los usuarios por un tiempo determinado. El objetivo de estos programas es el de incentivar a la sociedad a utilizar la bicicleta para realizar trayectos cortos en una zona

urbana, evitando así el uso de transporte motorizado; con esto se reduce el tráfico vehicular, los niveles de ruido y los niveles de contaminación en el aire. [24]

Se estima que en 2009, alrededor del mundo existían más de 100 programas distribuidos en 125 ciudades diferentes, con más de 139,000 bicicletas en funcionamiento. [25] Para mayo del 2011 el número de programas había superado los 350 y el de bicicletas a 236,000. [26]

Los sistemas de préstamo de bicicletas se clasifican en 2 tipos: Gratuitos y Comerciales, siendo los sistemas comerciales los más populares y con mayores desarrollos tecnológicos enfocados a la aplicación de las Telecomunicaciones y por ende más utilizados en metrópolis y demás centros urbanos de gran tamaño; por otro lado, los sistemas gratuitos tienen una mayor popularidad en lugares pequeños y universidades.

En 1965 comenzó el primer programa de esta clase en el mundo, se instaló en la Ciudad de Amsterdam en Holanda, siendo un sistema gratuito no tuvo un futuro prometedor. [27]

El Primer sistema comercial exitoso que se registró en el mundo, fue el instalado en la ciudad de La Rochelle, Francia, en el año de 1974, el cual tuvo una gran aceptación por parte del público por utilizar bicicletas unisex. [28]



*Fig. 4-13. Sistema de Préstamo de Bicicletas de Paris*

Por otro lado, en los Estados Unidos, no fue hasta 1996 que se instaló el primer sistema de préstamo de bicicletas comercial en América, siendo la ciudad de Wisconsin la indicada para este propósito. Actualmente la empresa Capital Bikeshare controla el programa más grande de Estados Unidos, con más de 200 estaciones en la ciudad de Washington DC. [29]



*Fig. 4-14. Sistema de Préstamo de Bicicletas de Hangzhou*

Lanzado en el 2008, el sistema más grande del mundo se encuentra en Hangzhou China, con un total de 61,000 bicicletas y alrededor de 2,400 estaciones. Seguido por el sistema de Paris con 20,000 bicicletas y 1,450 estaciones. Otros países que cuentan con sistemas importantes son: España, Italia y Alemania. [30] [31]

A pesar de que la cultura de la bicicleta no está muy desarrollada en las grandes

urbes de la República Mexicana, existen varios sistemas de préstamo de bicicletas cuya calidad y alcance se asimila a la de los sistemas instalados en demás países desarrollados.

El ejemplo más importante es el programa ECOBICI. Inaugurado en la ciudad de México en Febrero de 2010, se consagraba como el primer sistema de préstamo de bicicletas comercial, totalmente automático, de América Latina, segundo en América del Norte, y el onceavo en tamaño del mundo. [32]

Actualmente, el sistema ECOBICI cuenta con más de 75 mil usuarios registrados. El sistema está compuesto por 267 ciclo estaciones distribuidas en la zona central de la Ciudad de México, además de contar con 4,000 bicicletas en uso. [33][34]



*Fig. 4-15. Sistema de Préstamo de Bicicletas de la Ciudad de México, ECOBICI.*

Iniciando el año 2013, el sistema ECOBICI fue galardonado con el premio “Sustainable Transport Award” por la implementación de políticas aplicadas en materia de transporte, movilidad, reducción de emisiones contaminantes y accesibilidad para peatones y ciclistas. [35]

Un segundo ejemplo importante en los sistemas de préstamo de bicicletas en México es el sistema TIJUANA BIKE TOURS, el cual es un programa turístico de la ciudad de Tijuana. Este sistema cobra una renta (máximo de 24 hrs) y brinda un servicio de guía turística para recorrer los espacios más importantes de la ciudad de Tijuana de una manera sustentable, saludable y rápida. [36]



*Fig. 4-16. Tijuana Bike Tours.*

En la Ciudad de Guadalajara se han hecho varios intentos de instalar un programa que mejore la movilidad urbana, [37] sin embargo, y a pesar de que es una ciudad en dónde la bicicleta goza de una popularidad singularmente grande, éstos programas han perdido presencia, principalmente por la falta de infraestructura y recursos de las empresas encargadas del programa.

No todos los programas de préstamo de bicicletas en México son comerciales. Los sistemas de préstamo gratuitos tienen un especial auge en Universidades y dependencias gubernamentales. Podemos mencionar en esta categoría al sistema BICIPUMA, el sistema de préstamo de bicicletas de la Universidad Nacional

Autónoma de México, siendo el primer programa interuniversitario de este tipo en México.

Así mismo, la Universidad de las Américas de Puebla implementó hace ya varios años un sistema de préstamo interuniversitario conocido entre la población estudiantil como “BicisAmarillas”.



Fig. 4-17. El sistema BICIPUMA de la UNAM

#### 4.5. El Sistema BICIPUMA

El sistema BICIPUMA, es el programa de préstamo de bicicletas interno de la Universidad Nacional Autónoma de México. Es considerado uno de los mejores programas universitarios de préstamo de bicicletas en Latinoamérica, y ha fungido como base para la creación de otros programas similares en el resto del continente.



Fig. 4-18. Bicicentro y Talleres del Sistema BICIPUMA

El sistema fue creado en marzo del año 2005 por la Secretaría de Servicios a la Comunidad Universitaria, a través de la Dirección General de Atención a la comunidad Universitaria. [38]

El objetivo del programa es proporcionar al usuario, de manera gratuita, el medio para trasladarse a diferentes centros educativos y dependencias universitarias, partiendo de

los principales accesos al campus, con el fin de realizar sus actividades escolares, administrativas o docentes, y en los momentos libres e intermedios, utilizarlo de

manera recreativa, con el fin de conocer todos los aspectos de la vida universitaria. [39]

BICIPUMA cuenta con una modalidad de préstamo personal de bicicletas para que tanto estudiantes, como trabajadores puedan transportarse dentro del campus de Ciudad Universitaria. El reglamento establece que el préstamo es completamente gratuito para estudiantes y académicos de la Universidad, y está limitado a 20 minutos por trayecto. [40]

El programa tiene instaladas varias estaciones de préstamo de bicicletas a lo largo del campus de Ciudad Universitaria, las cuales suspenden el servicio si se llegan a

presentar ciertos imprevistos o las condiciones climatológicas son desfavorables (lluvia, granizo, etc).

[41]

La ciclopista adaptada al campus de Ciudad Universitaria cuenta con 6 Km de recorrido y está conformada por las siguientes estaciones:



*Fig. 4-19. Estación del Sistema BICIPUMA en la Facultad de Ciencias*

- Filosofía y Letras
- Derecho
- Medicina
- Ingeniería
- Arquitectura
- Estadio Olímpico
- Química
- Anexo de Ingeniería
- Estadio Tapatío Méndez
- Ciencias Políticas
- Ciencias
- Bicicentro Metro CU

El programa BICIPUMA cuenta con un sistema de surtido de bicicletas para cada estación. Éste sistema consta de una camioneta que se encarga de llevar la mayor cantidad de bicicletas de las estaciones con menor demanda (mayor número de bicicletas estacionadas) a las de mayor demanda (casi nulo el número de bicicletas estacionadas). [42]



*Fig. 4-20 Estación del Sistema BICIPUMA en la Facultad de Filosofía y Letras*

## 4.6. Fuentes Consultadas

- [1] Ozanam Jacques; Recréations tiques et Physiques (Paris : Jean Jombert, 1696)
- [2], [3], [5], [7], [9], [16], [17], [18] Bicycle : The History ; David V. Herlihy; London; 2004.
- [4], [8], [11], [12], [15] <http://www.fmciclismo.net/descargas/historia.pdf> (Mayo 2013)
- [6], [10], [13], [14] [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_the\\_bicycle](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_bicycle) (Mayo 2013)
- [19] <http://www.bicimexico.com/cicloton-de-la-cd-de-mexico/#.UTkmHqlym8> (Marzo 2013)
- [20] <http://www.deporte.df.gob.mx/index.php/cicloton>(Marzo 2013)
- [21] [http://www.sma.df.gob.mx/mueveteenbici/index.php?option=com\\_content&view=article&id=69&Itemid=74](http://www.sma.df.gob.mx/mueveteenbici/index.php?option=com_content&view=article&id=69&Itemid=74) (Marzo 2013)
- [22] Carreón, Martínez, Treviño; **Manual del Ciclista Urbano de la Ciudad de México**; México 2011; pags. 97-100.
- [23] <http://www.aztecanoticias.com.mx/infografias/173/movilidad-en-bicicleta> (Mayo 2013)
- [24][26][28] [http://en.wikipedia.org/wiki/Community\\_bicycle\\_program](http://en.wikipedia.org/wiki/Community_bicycle_program)
- [25] [30] Susan A. Shaheen, Stacey Guzman, Hua Zhang ; **Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia**; University of California, Berkeley, 2009
- [27] Furness, Zack; ***One Less Car: Bicycling and the Politics of Automobility***. Philadelphia: Temple University Press. pp. 55–59. 2010.
- [29] [http://www.washingtonpost.com/local/dc-politics/capital-bikeshare-restarts-expansion-plans/2013/04/02/3c2f2acc-9bc8-11e2-a941-a19bce7af755\\_story.html](http://www.washingtonpost.com/local/dc-politics/capital-bikeshare-restarts-expansion-plans/2013/04/02/3c2f2acc-9bc8-11e2-a941-a19bce7af755_story.html) (Mayo 2013)
- [31] Midgley, P; ***Bicycle Sharing Schemes. Enhancing Sustainable Mobility in Urban Areas***. United Nations; 2010
- [32] [https://www.ecobici.df.gob.mx/noticias/detalle\\_noticia.php?TU5fTk9USUNJQVM%3D&&MzM%3D](https://www.ecobici.df.gob.mx/noticias/detalle_noticia.php?TU5fTk9USUNJQVM%3D&&MzM%3D) (Mayo 2013)
- [33] <https://www.ecobici.df.gob.mx/home/home.php> (Mayo 2013)
- [34] Gobierno del Distrito Federal; **Plan Verde: 5 Años de Avances**; México D.F. 2012
- [35] <http://www.chilango.com/ciudad/nota/2013/01/15/el-df-va-por-el-sustainable-transport-award> (Mayo 2013)
- [36] <http://www.tijuanaiketours.com/eng/tijuana.php> (Mayo 2013)
- [37] <http://cultura.guadalajara.gob.mx/?q=pedalea> (Mayo 2013)
- [38][39] <http://www.tucomunidad.unam.mx/Bicipuma/historia.html> (Noviembre de 2012)
- [40] [41] <http://www.tucomunidad.unam.mx/Bicipuma/reglamento.html> (Noviembre 2012)
- [42] <http://static.tvazteca.com/imagenes/2010/43/387697.jpg> (Febrero 2013)

## 4.7. Imágenes del Capítulo (Fig. 4-X)

1. Draisine o Laufmaschine. Museo Kurpfälzisches; Heidelberg, Alemania.
2. <http://www.visitdumfriesandgalloway.co.uk/images/articles/about/replica-first-pedal-bike> (Mayo 2013)
3. Bicicleta de Rueda Alta de George Burston. Museo Victoria; Melbourne, Australia.
4. <http://www.ssplprints.com/image/92942/rover-safety-bicycle-1885> (Mayo 2013)
5. <http://huckberry.com/blog/posts/the-tour-de-france-s-first-and-most-daring-cheat> (mayo 2013)
6. [http://www.flysfo.com/web/page/sfo\\_museum/exhibitions/international\\_terminal\\_exhibitions/mountain\\_bikes/07.html](http://www.flysfo.com/web/page/sfo_museum/exhibitions/international_terminal_exhibitions/mountain_bikes/07.html) (Mayo 2013)
7. <http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2011/08/rsz-daimler-smart-ebike-3-537x327.jpg> (Mayo 2013)
8. <http://www.mexicomaxico.org/Caballito/caballito.htm> (Mayo 2013)
9. <http://andador.mx/wp-content/uploads/2013/01/Cicloton-Familiar-2013-enero.jpeg> (Noviembre 2012)
10. <http://static.tvazteca.com/imagenes/2010/43/387697.jpg> (Diciembre 2012)

11. [http://alternativo.mx/wp-content/uploads/2010/08/ecobici\\_im.jpg](http://alternativo.mx/wp-content/uploads/2010/08/ecobici_im.jpg) (Noviembre 2012)
12. <http://media.salon.com/2013/05/image1.jpg> (Mayo 2013)
13. <http://assets.inhabitat.com/files/londonbikeshare23.jpg> (Mayo 2013)
14. <http://style.greenvana.com/wp-content/uploads/2012/02/Hangzou-Bike-System.jpg> (Mayo 2013)
15. <http://revolucionrespuntocero.com/wp-content/uploads/2013/03/ecobici.jpg> (Mayo 2013)
16. <http://diarioenbici.com/wp-content/uploads/2013/02/slide5.jpg> (Mayo 2013)
17. <http://www.tucomunidad.unam.mx/Bicipuma/galeria/wide5.png> (Enero 2013)
18. [http://farm3.static.flickr.com/2236/2262517288\\_fe542d66d1.jpg?v=0](http://farm3.static.flickr.com/2236/2262517288_fe542d66d1.jpg?v=0) (Octubre 2012)
19. [http://farm5.static.flickr.com/4003/4429254646\\_8d78a85f4d.jpg](http://farm5.static.flickr.com/4003/4429254646_8d78a85f4d.jpg) (Mayo 2013)
20. Mario Sosa; México D.F.; Octubre de 2012.

## 5. INVESTIGACIÓN

### 5.1. Subsistemas de la Bicicleta

La Bicicleta moderna se compone por una serie de subsistemas que ayudan a que su funcionamiento sea lo más eficiente posible.

Los Subsistemas principales de la bicicleta, para el presente trabajo, se clasificaron como:

1. Cuadro
2. Dirección
3. Frenos
4. Asiento
5. Transmisión
6. Ruedas
7. Carga

El modelo de clasificación de los subsistemas se hizo con base en el tipo de movimientos que interactúan y los fenómenos comunes entre piezas. La clasificación de sistemas se hizo con el objetivo de detallar y priorizar el análisis de la bicicleta. Esta clasificación se extenderá al resto del trabajo. Para más información de cada subsistema, ver **ANEXO A: SUBSISTEMAS DE LA BICICLETA**.

### 5.2. Las Bicicletas del Sistema BICIPUMA

El sistema BICIPUMA cuenta actualmente con tres modelos distintos de bicicletas. Estos modelos son de diferentes marcas, así como también cuentan con diferentes diseños. En general, podemos clasificar a las bicicletas (mostradas en ese orden en la *Fig. 5-1*) del sistema como:

1. Magistroni Blanca
2. Benotto Blanca
3. PUMA Azul

Siendo la de más reciente adquisición la Magistroni Blanca, puesta en funcionamiento desde Enero de 2013.



*Fig. 5-1. Bicicletas del Sistema BICIPUMA*

Para comprender mejor las capacidades y el funcionamiento de las bicicletas, se realizaron diversas pruebas, tanto cualitativas como cuantitativas. Estas pruebas se realizaron dentro de las instalaciones de la ciclista del Campus de ciudad Universitaria y constaron principalmente de la experiencia de un estudiante promedio al andar en las diferentes bicicletas BICIPUMA. Para mayor información de las pruebas realizadas, favor de consultar el **ANEXO B: PRUEBAS DE BICICLETAS BICIPUMA**.

Los resultados de las pruebas se enlistan a continuación:

### 5.2.1. Benotto Blanca

#### **RESULTADOS CUALITATIVOS - POSITIVOS**

- Dirección telescópica estable.
- Geometría cómoda para el usuario (uso normal).
- Entrada cómoda del cuadro para el usuario.
- Buena posición del manubrio.
- Buena tracción (posibilidad de subir pendientes sentado).
- Velocidad máxima que ofrece Normal – Rápida.

#### **RESULTADOS CUALITATIVOS - NEGATIVOS**

- Bloqueo del tubo del Asiento Complicado de Mover (Bastante Apretado).
- Frenos muy sensibles y poco intuitivos (Freno delantero peligroso).
- Sin canastilla (sólo parrilla trasera).
- Parrilla trasera asegurada al cuadro (improvisado).

#### **RESULTADOS CUANTITATIVOS**

- Velocidad Máxima Promedio:  $8.13 \text{ [m/s]} = 29.26 \text{ [km/h]}$

### 5.2.2. Magistroni Blanca

#### **RESULTADOS CUALITATIVOS - POSITIVOS**

- Dirección telescópica estable.
- Asiento cómodo.
- Entrada cómoda del cuadro para el usuario.
- Buena tracción.
- Velocidad máxima que ofrece Normal - Rápida.

#### **RESULTADOS CUALITATIVOS - NEGATIVOS**

- Mala posición del manubrio (incómoda).
- Geometría incómoda para el usuario (cuadro pequeño).
- Bloqueo del tubo del asiento interferido por canastilla.
- Asiento no sube fácilmente.
- Eje de centro y pedales pandeados.
- Bicicleta pesada y poco maniobrable.
- Frenos muy sensibles y poco intuitivos.

#### **RESULTADOS CUANTITATIVOS**

- Velocidad Máxima Promedio:  $8.58 \text{ [m/s]} = 30.8 \text{ [km/h]}$

### 5.2.3. PUMA Azul

#### **RESULTADOS CUALITATIVOS - POSITIVOS**

- Frenos intuitivos y con buena respuesta de frenado.
- Buena respuesta de la dirección.
- Buena tracción.
- Velocidad máxima que ofrece Normal - Rápida.

#### **RESULTADOS CUALITATIVOS - NEGATIVOS**

- Asiento Incómodo.
- Inestable a altas velocidades.
- Cadena se sale.
- Posición Incómoda al utilizarla.
- Las llantas se tambalean.
- Posición del manubrio incómoda.

#### **RESULTADOS CUANTITATIVOS**

- Velocidad Máxima Promedio: 8.06 [m/s] = 29 [km/h]

### 5.3. Análisis de la Ciclopista del Campus de Ciudad Universitaria

El objetivo de este análisis es comprobar ciertos requerimientos del terreno a los que está sometida la bicicleta del sistema BICIPUMA. Se tomó la iniciativa de corroborar las incomodidades del usuario, observando y experimentando la interacción que tiene el usuario directo con su entorno. Para ello se realizó un recorrido controlado alrededor de la ciclopista que pasa por el campus central de Ciudad Universitaria.

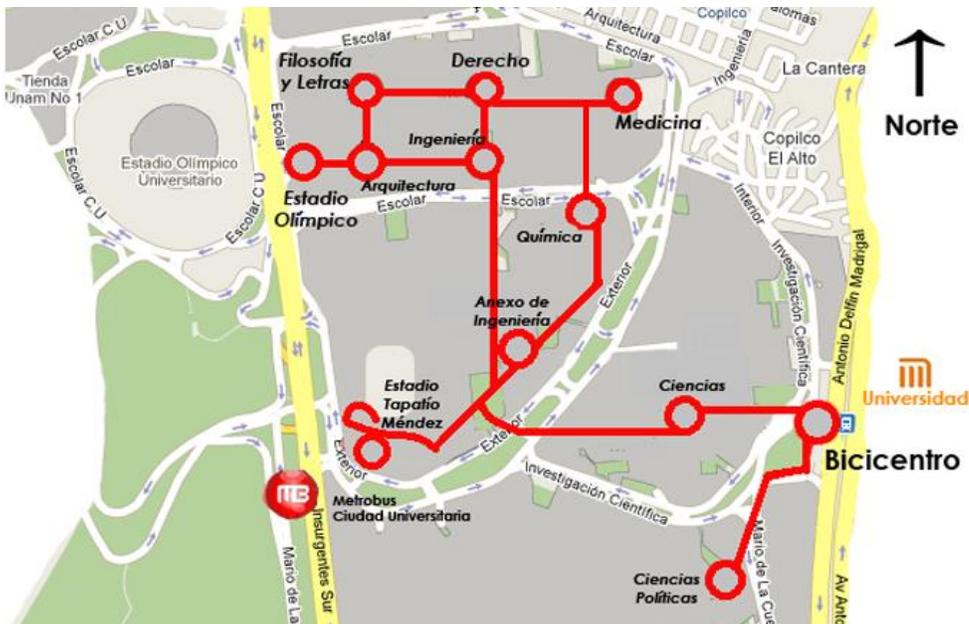


Fig. 5-2. Mapa de la Ciclopista de Ciudad Universitaria

El recorrido comenzó en la estación del Anexo de Ingeniería, siendo una de las estaciones que reportan una mayor demanda de bicicletas por parte de los estudiantes.

Se siguió la ruta **Anexo de Ingeniería – Ingeniería**, dónde se notaron distintas irregularidades como:

- En la salida hay una bajada pronunciada
- Frente al Cibarium existen desniveles en la ruta muy peligrosos
- Cerca de las islas existen relieves.
- Encharcamientos grandes en Frontones.

A continuación se siguió la ruta **Ingeniería – Derecho**, encontrándose que:

- No hay anomalías en el terreno.
- Existen algunos encharcamientos.
- Ciclopista entronca con el paso peatonal.

Después se prosiguió a recorrer la ruta **Derecho – Filosofía y Letras**, la cual resultó ser el mejor trayecto de la ciclopista, con anomalías mínimas.

A continuación se recorrió la ruta **Filosofía y Letras – Arquitectura**, dónde se observaron distintas anomalías. Podemos concluir que este es el trayecto con el mayor número de irregularidades en todo CU.

- Terreno irregular a un costado de la Biblioteca Central
- Pendiente con terreno irregular y de longitud considerable.
- Bajada repentina no señalizada.



*Fig. 5-3. Estación BICIPUMA en la Facultad de Derecho*

Siguiendo con la ruta, se recorrió el tramo **Arquitectura – Estadio**, la cual es una estación base y se encontraron las siguientes irregularidades.

- Terreno Irregular.
- Se transforma en 1 carril a más de 100 metros de la estación.

Finalmente se recorrió el último trayecto de la ruta en el circuito interno de la ciclopista BICIPUMA, **Estadio – Medicina**, se encontró que:

- Terreno muy irregular (uno de los peores)
- Pendiente muy pronunciada.

- Ciclopista entronca con el paso peatonal y no existe señalización preventiva suficiente.
- Existen actividades recreativas en la explanada de la Facultad de Medicina que entorpecen el paso de las Bicicletas.

Finalizando este análisis previo de la ciclopista del Campus de Ciudad Universitaria, se puede concluir que la bicicleta del sistema BICIPUMA se enfrenta a un terreno que cambia constantemente, además de contar con pendientes muy pronunciadas y peligrosas para la seguridad de un usuario poco experimentado.



*Fig. 5-4. Pendiente pronunciada en la ruta Estadio - Medicina*

#### **5.4. Recopilación de Información Sobre el Usuario Indirecto del Sistema**

Para el presente trabajo, será conocido como Usuario Indirecto a los encargados y trabajadores del sistema BICIPUMA, así como a los directivos de la Dirección de Atención a la Comunidad Universitaria.

A lo largo del proyecto, para enfatizar el proceso de diseño enfocado en los requerimientos del usuario indirecto, se tuvieron varias reuniones con éste mismo para recopilar la mayor cantidad de información posible. También, se llevaron a cabo estas reuniones para definir el problema conjuntamente, y así brindarle una propuesta de diseño lo más robusta posible que ayude en su totalidad a su solución.

Durante ésta recopilación de información, destacaron varios parámetros a considerar que se enlistan a continuación.

- Componentes que fallan con mayor frecuencia:
  - Brazos de Juego de Pedales (Bielas)
  - Rines
  - Tijera
- Componentes con menos fallas: Cuadros
  - Mejor Cuadro: PUMA Azul
  - Peor Cuadro: Magistroni Blanca
  - Cuadro Magistroni Blanco Falla en tubo del asiento (1 mes de uso)
- Cantidad de bicicletas que se reparan al día: 2 – 20
  - Se les da mantenimiento correctivo
  - No hay mantenimiento preventivo
  - Frecuencia con la que se llevan a reparar las bicicletas: cada 15 días.
- Componente que más se ajusta: Rines
  - No se cambian ejes
  - Se sustituye en Rin entero si llegan a presentarse fallas
  - Se buscan baleros sellados (fácil mantenimiento)
- Ambos tipos de Tijeras fallan con frecuencia
  - Vida útil 6 meses
  - Rígida falla y con suspensión fallan por igual
- Módulos con Mayor Concentración de Bicicletas:
  - Anexo de Ingeniería
  - Ingeniería
  - Medicina
  - Filosofía
  - Bicicentro CU
  - Mayor demanda en la Mañana (7 a 10 hrs)
  - Se les da preferencia de surtido de bicicletas a módulos pequeños (Derecho, Arquitectura)
- Se tienen problemas con el sistema de Carga de las bicicletas (canastilla y parrilla)
  - Son obsoletos para el sistema los componentes comerciales
- El usuario directo no sabe utilizar los cambios

- Se ha pensado en eliminar los cambios
- Fallas diversas con las multiplicaciones
- Asiento completamente obsoleto
  - Necesario que sea económico
  - Asiento actual económico pero incómodo
  - Tubo del asiento tallado
- Se alterna el uso de las bicicletas a la mitad por cada semestre.
  - Vida útil de cada bicicleta 2 años y medio utilizando este patrón.

Incluido en esta información se mencionó que la vida útil de las bicicletas es determinada por los mecánicos del sistema BICIPUMA, y se enfoca en mantener la seguridad de los usuarios directos, la cual es de suma importancia tanto para el sistema como para la DGACU.



*Fig. 5-5. Ejemplos de Fallas Encontradas en las Bicicletas BICIPUMA*

Actualmente el sistema se encuentra en fase de experimentación con componentes de diferentes marcas. Lo que lo ha llevado a no tener un control preciso de los componentes que se utilizan en las bicicletas.

Finalmente sería bueno agregar que la Dirección General de Proveduría tiene un papel importante sobre las adquisiciones de componentes para el sistema BICIPUMA, así como la Dirección de Patronato Universitario decide el destino final de las bicicletas y componentes obsoletos ya que son desechadas por el sistema.

## 5.5. Recopilación de Información Sobre el Usuario Directo del Sistema

Para el presente trabajo, será conocido como Usuario Directo a los estudiantes y académicos que utilicen o hayan utilizado alguna vez el sistema BICIPUMA. Para la recopilación de esta información se realizaron diferentes encuestas cuyos resultados se pueden ver a continuación. La recopilación de información se realizó en dos etapas, en la primera etapa se realizaron encuestas generalizadas a la población estudiantil. La segunda etapa se caracterizó por realizar encuestas a estudiantes que utilizan el sistema BICIPUMA regularmente.

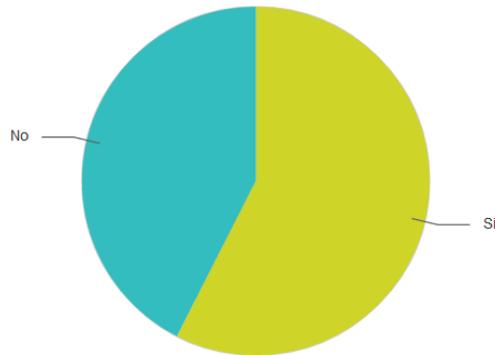
Para más información de las encuestas realizadas, ver **ANEXO C: ENCUESTAS USUARIO DIRECTO**

### 5.5.1. Primera Etapa

Primero se realizó una encuesta general a una muestra de 80 usuarios (la mayoría de ellos estudiantes de tiempo completo). El objetivo de la encuesta fue el de encontrar la opinión general de los estudiantes sobre el programa BICIPUMA actualmente. A continuación se presentan algunos de los resultados destacados.

### ¿Utilizas el Sistema BICIPUMA?

Respondido: 80 Omitido: 0

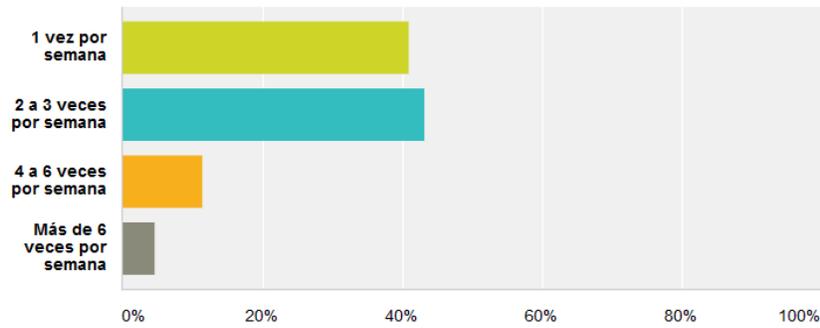


Opciones de respuesta	Respuestas
Si	57,50% 46
No	42,50% 34
Total	80

Fig. 5-6. Encuesta General de Uso

### ¿Con qué frecuencia lo utilizas?

Respondido: 44 Omitido: 36

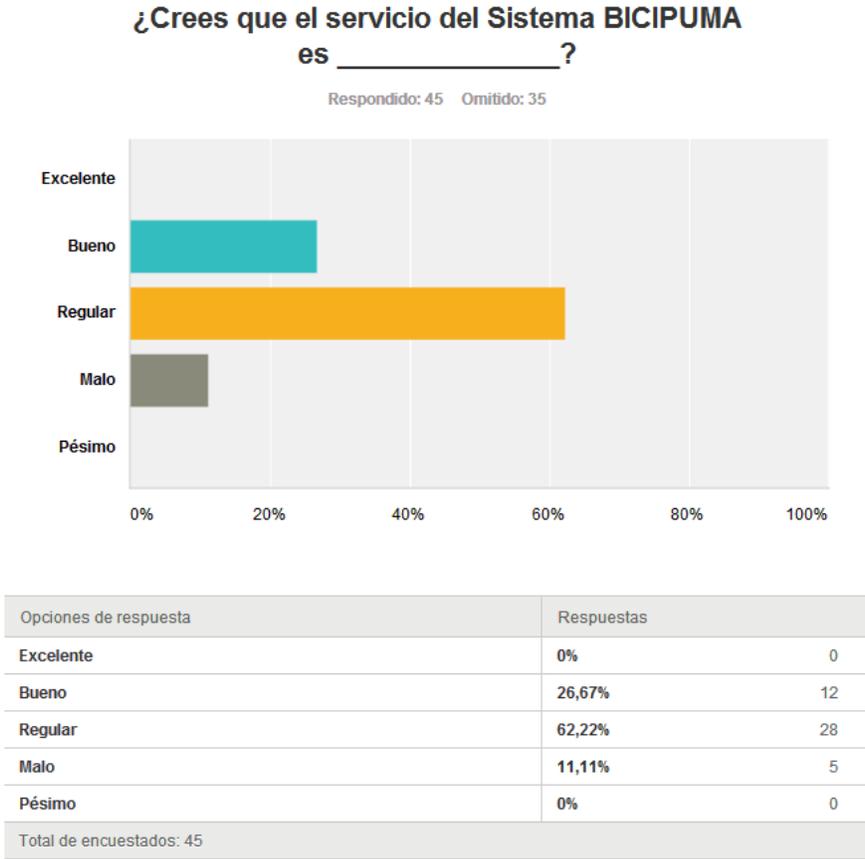


Opciones de respuesta	Respuestas
1 vez por semana	40,91% 18
2 a 3 veces por semana	43,18% 19
4 a 6 veces por semana	11,36% 5
Más de 6 veces por semana	4,55% 2
Total de encuestados: 44	

Fig. 5-7. Frecuencia de Uso por parte de los Estudiantes

Como se puede observar, analizando los resultados anteriores podemos llegar a varias deducciones importantes para la recopilación de información por parte del usuario directo del sistema BICIPUMA.

De la muestra de 80 usuarios, al menos el 60% dijeron utilizar el sistema, así como se demuestra en la Fig. 5-6. De cierta forma esto es perjudicial para el sistema ya que no tiene el alcance deseado dentro de la comunidad universitaria. La mayor parte de los encuestados manifestaron su aprobación apoyados de la cuestión de la rapidez y sustentabilidad del tipo de transporte. Sin embargo, pocos encuestados que dijeron no utilizar el servicio manifestaron “no saber andar en bicicleta”, y muchos argumentaron no utilizarlo por falta de medidas de seguridad y falta de confianza en las bicicletas y/o sus componentes.

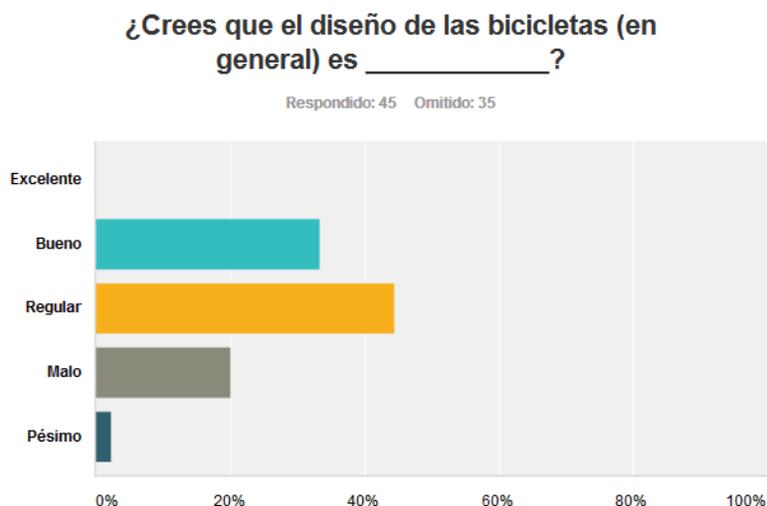


*Fig. 5-8. Opinión del Sistema BICIPUMA*

Para la mayoría de los usuarios encuestados, el uso del programa de préstamo de bicicletas es ocasional, utilizándolo tan sólo de 1 a 3 veces por semana generalmente (Fig. 5-7).

Por otra parte, podemos observar en la Fig. 5-8 que el usuario común tiene una opinión indiferente respecto al sistema, manifestando un estado “regular” a la cuestión de la calidad del servicio de éste.

Además observamos que también existe una parte del usuario directo que le es indiferente el diseño de la bicicleta, como se aprecia en la Fig. 5-9 y se tiene que tomar en cuenta que aparecen ya opiniones negativas al respecto.



Opciones de respuesta	Respuestas
Excelente	0% 0
Bueno	33,33% 15
Regular	44,44% 20
Malo	20% 9
Pésimo	2,22% 1
Total de encuestados: 45	

*Fig. 5-9. Opinión del Diseño de las Bicicletas BICIPUMA*

Finalmente se quiere agregar que se recopiló la opinión de los usuarios respecto a las características que les gustan más de las bicicletas actuales, así como lo que menos les agrada de éstas.

Una gran parte de los encuestados argumentó que lo que más le satisface es el diseño de las bicicletas Benotto Blanca y Magistroni Blanca, además de agradecerles la idea de que algunas cuenten con un sistema de carga como la parrilla o canastilla.

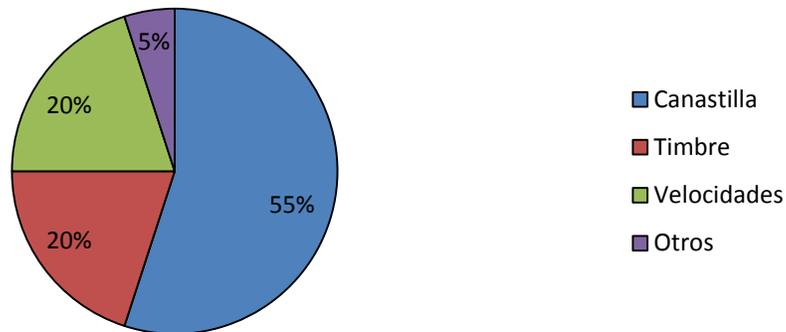
Por otra parte una gran cantidad de usuarios se mostraron inconformes con el servicio en general, además de apuntar excesivamente el mal estado en el que se encuentran las bicicletas. Algunos de los componentes que menos gustan son los pertenecientes al sistema del asiento y al de tracción.

### 5.5.2. Segunda Etapa

Durante la segunda etapa de recopilación de información, se creó una encuesta especialmente dirigida para el público usuario del sistema BICIPUMA (exclusivamente alumnos). Se complementó la información con ayuda de literatura disponible que previamente se había enfocado en un estudio similar.

Del total de encuestados se encontró que lo que más les gusta de las bicicletas BICIPUMA es que tengan la posibilidad de transportar sus cosas en la canastilla. También mencionaron que les agregarían entre otras cosas mejores canastillas, asientos más cómodos y más timbres.

#### ¿Qué es lo que más te gusta del diseño de las bicicletas BICIPUMA?



#### ¿Qué les cambiarías o agregarías a las bicicletas BICIPUMA?

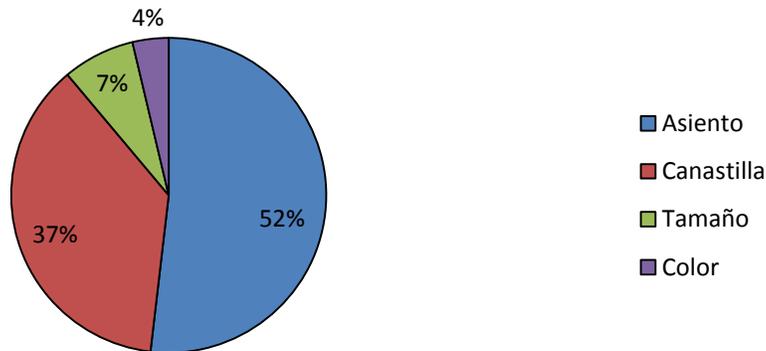


Fig. 5-10. Gráficas de Resultados de Encuesta de la Segunda Etapa

Se encontró en la literatura disponible que la principal razón por la cual los estudiantes usan el sistema BICIPUMA es por la necesidad de transportarse de manera más rápida hacia la zona donde realizan sus actividades académicas.

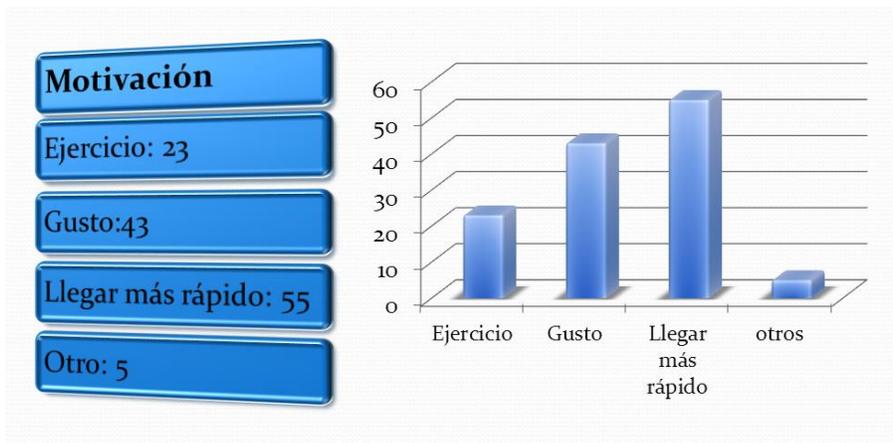


Fig. 5-11. Gráfica de Motivación Estudiantil para usar el Sistema BICIPUMA

Otra cosa que vale la pena mencionar es que la mayoría de los encuestados usa el sistema en un rango de 5 a 15 minutos, lo que entra en el rango permitido por el reglamento del sistema BICIPUMA, que es de 20 minutos máximo. [1]

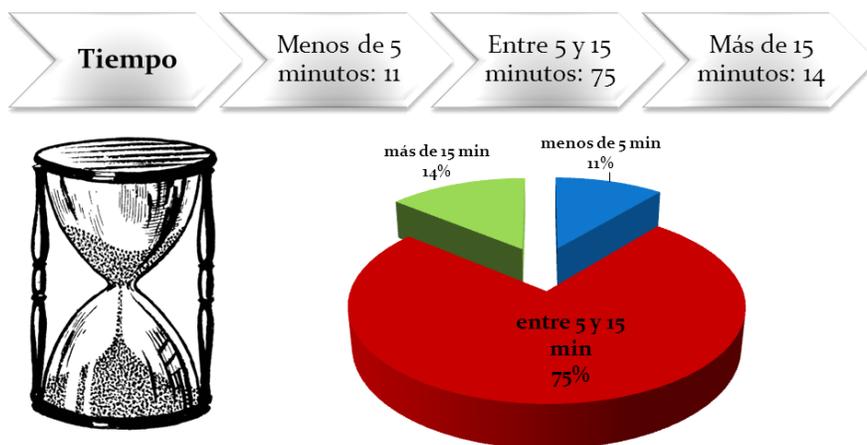


Fig. 5-12. Gráfica de Tiempo Promedio de Uso

Algo que llamó la atención fue que los estudiantes encuestados suelen revisar con mayor detenimiento antes de tomar una bicicleta el asiento y los frenos. Además de que una gran parte de ellos tiene que ajustar el asiento al pedir una bicicleta prestada. Por otro lado, el usuario indicó que una de las partes del cuerpo que resultaba adolorida después de cada paseo (además de las piernas, en gran medida por el esfuerzo) eran los glúteos. [2]

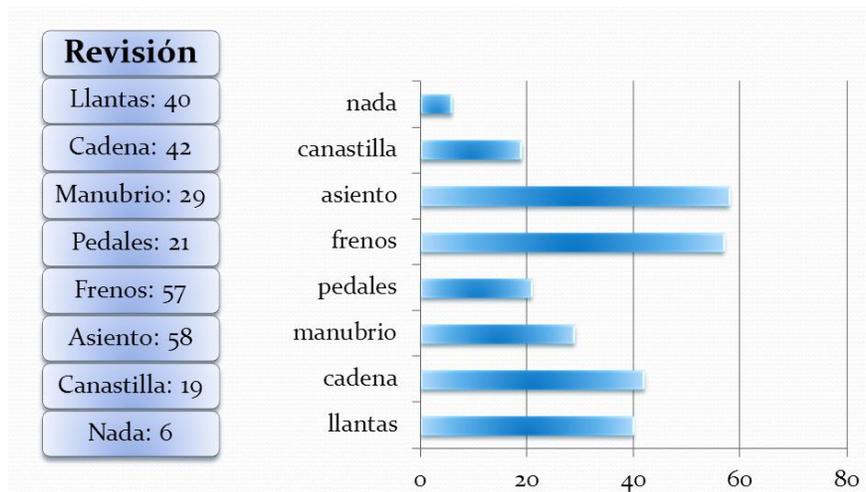


Fig. 5-13. Gráfica de Revisión de Componentes

En lo que corresponde al sistema de carga, se encontró que el usuario considera inseguras las canastillas con las que cuenta el sistema BICIPUMA actualmente. Mencionaron que consideran que las canastillas son muy pequeñas, no cuentan con cintas de seguridad para sujetar las pertenencias y que puede llegar la posibilidad de que sus pertenencias se caigan por la acción del terreno irregular de Ciudad Universitaria. [3]

## 5.6. Análisis del Problema

Es importante que se haga un análisis del problema que se va a atacar, sobre todo si es un problema en el que se vean involucradas distintas partes como los encargados del sistema BICIPUMA, así como los estudiantes y académicos de la UNAM.

El problema planteado por el usuario indirecto consiste en que se tienen deficiencias debido a las continuas fallas de algunos componentes de sus bicicletas. Como solución al problema se plantearán propuestas que involucren un proceso de diseño previo, según los objetivos del presente trabajo.

Los encargados del sistema BICIPUMA, así como los directivos de la DGACU mostraron interés en diseñar ciertos componentes de la bicicleta de forma innovadora. A pesar de esto, se busca que se adapten a un modelo comercial y de no ser posible, que se realice el estudio financiero correspondiente de los nuevos diseños para que se implementen próximamente en las bicicletas del sistema.

Actualmente dentro del sistema BICIPUMA, los encargados se encuentran experimentando con distintos componentes para lograr optimizar lo más posible el modelo de bicicleta; se espera que se llegue a una iteración que funcione en

completa armonía dentro del campus de Ciudad Universitaria y no requiera de muchas modificaciones posteriores.

Por el lado del usuario directo, se estima que si las fallas en los componentes disminuyen, habría una mayor demanda de uso del sistema BICIPUMA en los próximos años, incrementando el alcance del programa logrando así la realización de sus objetivos. Así también, se crearía un sentimiento de pertenencia a la Universidad al comprobar que tanto los componentes, como las bicicletas, son únicos y exclusivos de este sistema público de préstamo de bicicletas.

### 5.6.1. Complejidad de los Problemas identificados.

Gracias a la recopilación de información anterior, se pudieron identificar problemas que se definieron junto con la colaboración del usuario indirecto. Los problemas enlistados en la *Tabla 1* fueron los más representativos. Con el fin de depurar la mayoría de problemas que se encontraron, y concentrarse en los problemas con mayor impacto a corto plazo, se definió un sistema de complejidad para cada problema.

El sistema utiliza una Escala con un rango de 1 – 5 donde 1 es una complejidad Baja, así como 5 se considera un problema de Muy Alta Complejidad.

#### **Escala de Complejidad**

1. Muy Baja
2. Baja
3. Media
4. Alta
5. Muy Alta

<b>Problema Identificado</b>	<b>Complejidad</b>	<b>Información</b>
<b>1. Programa de Mantenimiento Preventivo</b>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de bicicletas que se reparan al día: rango de 2 a 20.</li> <li>• Se les da mantenimiento correctivo</li> <li>• No hay mantenimiento preventivo</li> <li>• Frecuencia con la que se llevan a reparar las bicicletas: cada 15 días.</li> </ul>
<b>2. Propuesta de Rediseño de Cuadro</b>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor Cuadro: PUMA Azul.]]]</li> <li>• Peor Cuadro: Magistroni Blanca.</li> <li>• Cuadro Magistroni Blanco Falla en tubo del asiento (1 mes de uso).</li> </ul>
<b>3. Aumentar vida útil de Tijera</b>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vida útil 6 meses.</li> <li>• Rígida falla y con suspensión fallan por igual.</li> </ul>
<b>4. Propuesta de Rediseño de Canastilla</b>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son obsoletos para el sistema los componentes comerciales.</li> </ul>
<b>5. Programa para enseñar al usuario cómo utilizar los cambios</b>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario no sabe manipular la bicicleta correctamente.</li> <li>• El campus de CU cuenta con un terreno irregular.</li> </ul>
<b>6. Propuesta de Rediseño de Sistema de Cambios</b>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha pensado en eliminar los cambios.</li> <li>• Fallas diversas con las multiplicaciones.</li> </ul>
<b>7. Propuesta de Rediseño de Asiento</b>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesario que sea económico.</li> <li>• Asiento actual económico pero incómodo.</li> </ul>
<b>8. Propuesta de Rediseño de Sistema de Sujeción de Asiento</b>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo del asiento tallado.</li> <li>• Disminuye vida útil.</li> </ul>
<b>9. Aumentar la vida útil de las Bicicletas</b>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vida útil de 2 años y medio</li> </ul>
<b>10. Propuesta de Rediseño del Timbre</b>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El timbre utilizado no puede lograr ajustarse a su posición original por un largo tiempo.</li> </ul>
<b>11. Programa de Documentación de Fallas en Piezas</b>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existen datos certeros de la frecuencia con la que fallan las piezas.</li> </ul>

*Tabla 1 Complejidad de Problemas Identificados*

### 5.6.2. Priorización de Problemas identificados.

Como se muestra en la *Tabla 2*, con ayuda los encargados del Sistema BICIPUMA se definió cada problema con una escala de priorización similar a la escala utilizada en la Complejidad de los problemas mostrados:

#### Nivel de Prioridad

1. Muy Baja
2. Baja
3. Media
4. Alta
5. Muy Alta

Considerando que uno de los objetivos del presente trabajo es lograr que los dispositivos creados tengan un impacto directo a partir del semestre 2014-1, además de que se puedan solucionar una parte considerable de problemas, se han elegido los problemas a los que se les puede aplicar una solución basada en los principios de diseño e innovación, que cuenten con una prioridad alta para el usuario indirecto del sistema, y que tengan un nivel de complejidad Medio – Bajo.

Problema Identificado	Prioridad Según el Cliente
1. Programa de Mantenimiento Preventivo	3
2. Propuesta de Rediseño de Cuadro	2
3. Aumentar vida útil de Tijera	1
4. Propuesta de Rediseño de Canastilla	5
5. Programa para enseñar al usuario cómo utilizar los cambios	2
6. Propuesta de Rediseño de Sistema de Cambios	2
7. Propuesta de Rediseño de Asiento	5
8. Propuesta de Rediseño de Sistema de Sujeción de Asiento	5
9. Aumentar la vida útil de las Bicicletas	1
10. Propuesta de Rediseño del Timbre	4
11. Programa de Documentación de Fallas en Piezas	3

*Tabla 2 Prioridad de Problema Identificado*

### 5.7. Requerimientos y Especificaciones del Proyecto

Durante las reuniones que se tuvieron con el usuario indirecto del sistema, se comenzaron a realizar varias propuestas de solución para el conflicto. Sin embargo, después de concretar más reuniones para lograr definir plenamente el problema se llegó a una conclusión de lo que se requería.

El usuario indirecto estipuló que con urgencia se requieren las siguientes soluciones:

- Propuesta de Rediseño del asiento.
- Propuesta de Rediseño del sistema de Sujeción del Asiento.
- Propuesta de Rediseño de la Canastilla.
- Rediseño de Sistema de Sujeción de Timbre.

La intención del usuario indirecto es que durante el presente trabajo se diseñen soluciones al problema que enfrentan, particularmente a los problemas que no se tiene el tiempo requerido para experimentar, así como falta de componentes en el mercado que satisfaga su necesidad.

Derivado del análisis de la información brindada por ambos usuarios del sistema BICIPUMA, así como de lo requerido anteriormente, se plantearon los siguientes requisitos y especificaciones para el óptimo desarrollo del proyecto:

#### **5.7.1. Requerimientos**

- Utilizar componentes comerciales preferentemente.
- Si no es posible utilizar componentes comerciales, realizar el estudio financiero correspondiente al proceso de manufactura del componente.
- De preferencia, que las propuestas de diseño sean lo menos costosas posibles.
- Se busque que los componentes requieran del mínimo mantenimiento posible.
- De ser necesario, se brinde una referencia de mantenimiento de los componentes.
- Necesario que los componentes sean poco probables de vandalizar o robar.

##### **5.7.1.1. Asiento:**

- Cambio de forma para bicicleta de ciudad.

##### **5.7.1.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento:**

- La forma del tubo no debe cambiar.

##### **5.7.1.3. Sistema de Carga**

- Que logre el transporte de una mochila.

## 5.7.2. Especificaciones

### 5.7.2.1. Asiento:

- Base de Metal o Polímero (Lámina de Acero u Polipropileno)
- Carga Máxima: 120 Kg
- Costo Moderado – Bajo (\$20 a \$100 pesos por pieza)

### 5.7.2.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento:

- Método que evite un 50% el desgaste del tubo del asiento.

### 5.7.2.3. Sistema de Carga

- Costo Moderado (\$80 a \$120 pesos por pieza)
- Carga Máxima: 30 Kg

### 5.7.2.4. Timbre

- Componentes comerciales
- Radio de Actividad Sonora: 3[m]
- Adaptación al manubrio estándar usado en BICIPUMA
- Costo Moderado – Bajo (\$20 a \$100 pesos por pieza)

## 5.8. Benchmarking

Durante la etapa de Benchmarking, se realiza una extensa investigación de componentes y diseños ya existentes comercialmente, así como una recopilación de información técnica obtenida de las patentes existentes en la rama. Para la presente etapa, es de suma importancia identificar los principios físicos utilizados en los componentes disponibles, ya que así se puede tener un conocimiento mayor del problema a solucionar, además de usarse como fuente de partida para la etapa de Diseño Conceptual.

### 5.8.1. Asiento

La comodidad en la actividad del ciclismo es indispensable para la práctica eficiente de este deporte. La bicicleta interactúa con el ciclista en 3 puntos generalmente: Los pedales, el manubrio y el asiento; éste último tiene una importancia mayor debido a que es dónde el ciclista recarga la mayor parte de su peso.

Se han diseñado infinidad de asientos para bicicletas, la mayoría basándose en las sillas de montar de la equitación. La forma del asiento, así como los materiales de los cuales está hecho cambian y han ido evolucionando dependiendo de la

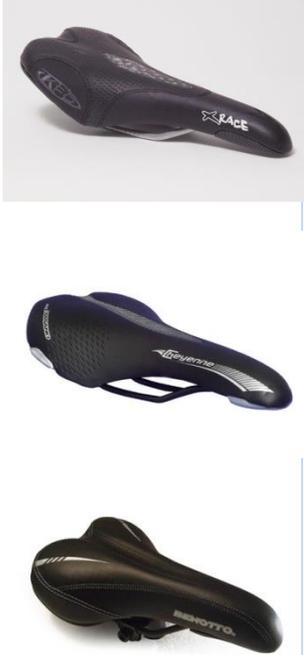
disciplina del ciclismo que se practique. Algunos ejemplos de Asientos, así como en las disciplinas que se utilizan se pueden observar en la *Tabla 3*.

Tipo de Asiento	Disciplina	Ejemplos Comerciales
1. Ancho de Cuero Rígido	Se utiliza en ciclismo de paseo y para grandes distancias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BROOKS</li> <li>• CARDIFF</li> </ul>
2. Asiento Con Base de Polímero y Recubrimiento de Cuero.	Asiento que actualmente es el más popular en cualquier disciplina del ciclismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASIA</li> <li>• BASSANO / Carrera</li> <li>• BENOTTO</li> </ul>
3. Asiento con suspensión	Tipo de Asiento que es utilizado por mujeres generalmente y personas que busquen comodidad en el ciclismo. Utilizado también en ciclismo de gimnasio (spinning).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VOLARE / Confort</li> <li>• ROYAL / City Gel</li> <li>• BELL / City</li> <li>• ACTIVE / Fitness</li> </ul>
4. Asiento de materiales Compuestos	Nuevo tipo de Asiento desarrollado especialmente para competencias dónde el peso es un factor. Generalmente tienen forma aerodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPECIALIZED / Toupé</li> <li>• BASSANO / Carbon Space</li> </ul>

*Tabla 3 Tipos de Asientos Existentes*

Por otro lado, en la *Tabla 4* se pueden apreciar ejemplos de asientos comercialmente disponibles, así como su costo y algunas de sus características.

Tipo de Asiento	Modelo	Fotografía	Precio (pesos)	Características
1. Asiento de Cuero Rígido	a) BROOKS b) CARDIFF		a) \$ 1,200 b) \$ 800	<p>De los primeros tipos de asientos utilizados para una bicicleta. El proceso de fabricación es similar al utilizado para fabricar las sillas para montar. Su forma se basa en las mismas sillas. No cuentan con suspensión alguna, sin embargo son asientos cómodos debido a las características del material con el que están fabricados.</p>

<p><b>2. Asiento con Base de Polímero y Recubrimiento de Cuero</b></p>	<p>a) ACTIVE b) Cheyenne /BASSAN O c) BENOTT O</p>		<p>a) \$ 137 b) \$ 121 c) \$ 71</p>	<p>Es uno de los tipos de asiento más utilizados en el ciclismo actualmente. Su base de polímero y su recubrimiento de cuero y espuma los hace fáciles de manufacturar y altamente económicos.</p>
<p><b>3. Asiento con suspensión</b></p>	<p>a) VOLARE / Fitness b) ROYAL / City Gel c) BELL / City d) ACTIVE / Fitness</p>		<p>a) \$ 125 b) \$ 228 c) \$ 300 d) \$ 114</p>	<p>El tipo de asientos que cuentan con algún tipo de suspensión son ideales para los paseos largos y tendidos en una bicicleta. Debido a su forma y estructura (área trasera grande y suspensión), es uno de los asientos más ergonómicos que existen en el mercado. Ya sea con suspensión por resortes o por cuerpos elásticos, éste tipo de asientos evitarán que el usuario tenga algún problema relacionado con la comodidad del paseo.</p>

<p>4. Asiento de Materiales Compuestos</p>	<p>a) SPECIALI ZED / Toupé b) BASSANO / Carbon Space</p>		<p>a) \$ 1,800 b) \$ 2,972</p> <p>El material más utilizado para los asientos de materiales compuestos es la fibra de carbono. Al estar hechos de materiales especiales, su peso es considerablemente bajo, lo que es excelente para competencias.</p>
--	--	---	--

Tabla 4 Ejemplos de Asientos Comerciales

Las patentes existentes para un asiento de bicicleta mezclan la comodidad del usuario con las nuevas tecnologías. Se realizará un análisis de las patentes más recientes el cual envolverá asientos de forma tradicional y nuevas invenciones. En la Fig 5-14. Podemos observar la imagen de un asiento de dos piezas, el cual tuvo un auge de diseño en los 90's cuando la ergonomía (como ciencia) impactó al desarrollo de la bicicleta. Este sistema propone sólo un par de apoyos independientes y móviles para el acomodo de las posaderas del usuario.

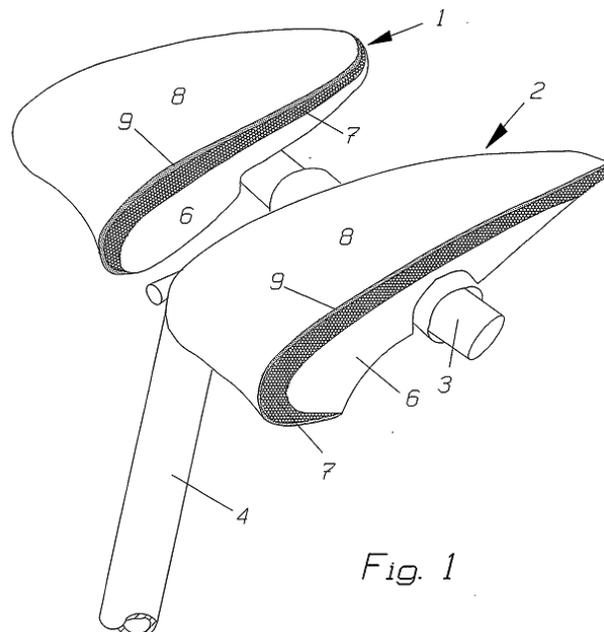
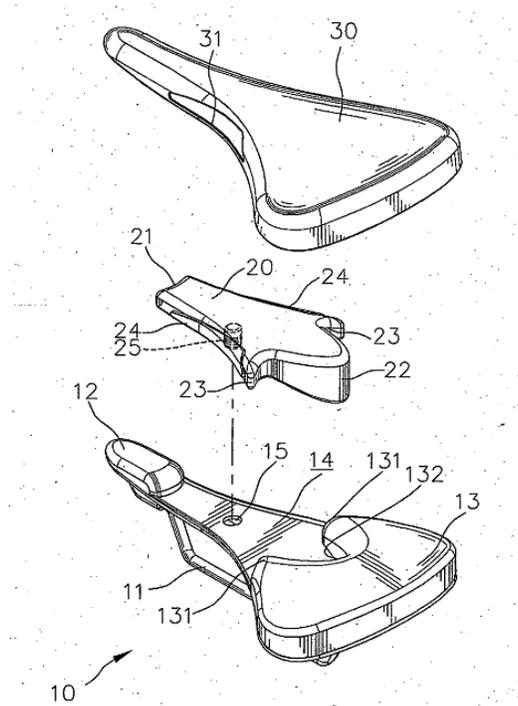


Fig. 5-14. Patente de Asiento de Dos Piezas (2006)

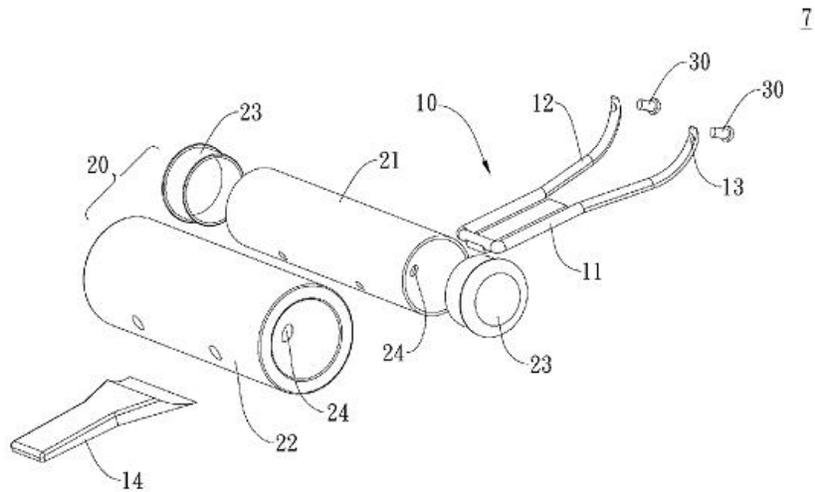
En las patentes observadas, también existen asientos con la forma “tradicional”, un ejemplo es la patente mostrada en la Fig. 5-15, donde se muestra un asiento con cuerpo interior intercambiable. La patente trata de solucionar por medio de

una cavidad la zona de máxima presión que se produce en el cuerpo del usuario. También se agrega un cuerpo independiente en esa zona, además de con propiedades distintas, para regular el contacto.

Existen otras patentes que no buscan innovar en la forma del asiento de una bicicleta, por ejemplo la patente mostrada en la *Fig. 5-16*. Esta patente rompe con el paradigma de la forma tradicional del asiento y propone un cuerpo cilíndrico que funge como soporte para el usuario. Una de las ventajas de la propuesta es que es fácil de manufacturar y los componentes son intercambiables, dejando la estructura base intacta y con un mayor tiempo de vida. En los últimos años se tiene una tendencia a dejar de lado la forma tradicional de un asiento de bicicleta como se muestra en la patente anterior.

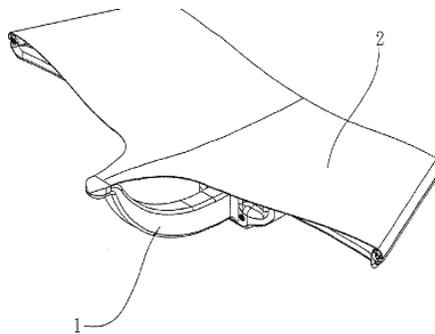


*Fig. 5-15. Patente de Asiento con Cuerpo Interior Intercambiable (2009)*

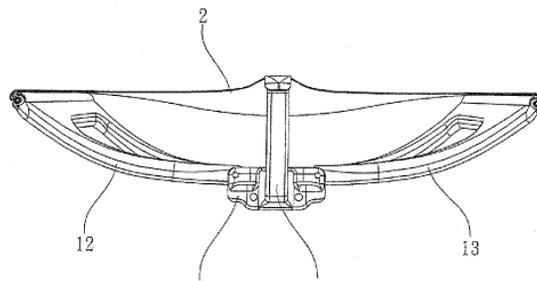


*Fig. 5-16. Patente de Asiento con Cuerpo de Rodillo (2013)*

La Fig. 5-17 nos muestra la patente de asiento con cuerpo de tela, la cual cumple con la función crítica del asiento de una bicicleta (sostener al usuario) por medio de la tensión que se crea entre el marco y la tela que se sujeta a él.



**FIG.1**



*Fig. 5-17. Patente de Asiento con Cuerpo de Tela (2013)*

### 5.8.2. Sistema de Sujeción de Tubo de Asiento

Actualmente para la sujeción y manipulación del nivel de un asiento de bicicleta se usan varios principios físicos, generalmente mecánicos, especializados en la optimización de dos acciones que involucran al sistema de Sujeción del Asiento: Permitir al usuario nivelar el asiento para que se acomode mejor a sus características antropométricas y además, mantienen esa posición un determinado periodo de tiempo hasta que sea necesario un ajuste.

Varios productos han sido desarrollados con el fin de satisfacer las acciones mencionadas. Como se puede percibir en la *Tabla 5* se puede diferenciar los principios físicos más utilizados en el diseño de este tipo de sistemas.

Principio Físico	Aplicación	Ejemplos Comerciales
<b>1. Carga mecánica (Compresión)</b>	Abrazadera compuesta con o sin sistema de bloqueo que mantiene la posición del tubo del asiento, la que previamente se regula de forma manual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELITE (bloqueo)</li> <li>• ELITE (abrazadera)</li> <li>• FORZA (bloqueo)</li> <li>• INDIA (abrazadera)</li> </ul>
<b>2. Prensa Hidráulica (Pistón)</b>	Pistón hidráulico utilizado para nivelar y mantener la posición del tubo del asiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reverb Rock Shock</li> <li>• EXA</li> </ul>
<b>3. Sujeción por perno</b>	Perno que sujeta el tubo del asiento a un nivel fijo, en el que previamente se regula el nivel de forma manual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bicicletas Estáticas de Ejercicio</li> </ul>

*Tabla 5 Principios Físicos de los Sistemas de Sujeción de Tubo de Asiento*

Por otra parte, dentro de la *Tabla 6* se pueden apreciar imágenes y características de algunos de los componentes comerciales que se encuentran disponibles en el mercado, se puede comparar el costo y el principio físico utilizado.

Principio Físico	Modelo	Fotografía	Precio (Pesos)	Características
1. Carga Mecánica (Compresión)	a) ELITE (bloqueo) b) ELITE c) FORZA (bloqueo) d) INDIA		a) \$ 51 b) \$ 40 c) \$ 18 d) \$ 9	<p>Los sistemas de esta categoría tienen variaciones en cuanto al dispositivo que ayuda a la compresión en la abrazadera. Por una parte existen abrazaderas con compresión por tornillo, mientras por otro lado se encuentran las abrazaderas que cuentan con bloqueo para el ajuste.</p>
				
				
				
2. Prensa Hidráulica (Pistón)	a) Reverb Rock Shock b) EXA		a) \$5,193 b) \$2,500	<p>Este tipo de sistemas, están compuestos por un pistón hidráulico que es regulado mediante un chicote o una palanca integrada. Son en extremo costosos.</p>
				

<p>3. Sujeción por Perno</p>	<p>a) Bicicletas Estáticas de Ejercicio (Spining)</p>	 <p>N/A</p>	<p>Las bicicletas de ejercicio se componen de sistemas de ajuste mediante la sujeción por perno, ya sea por perno y barreno o simplemente por perno y fricción.</p>
------------------------------	---	--	---

Tabla 6 Ejemplos Comerciales de los Sistemas de Sujeción del Tubo de Asiento

Para complementar la etapa de Benchmarking de este sistema, se procederá a realizar una breve reseña de algunas patentes que se encontraron y que proponen distintos principios físicos para la optimización e innovación del sistema. El análisis de patentes de los distintos tipos de métodos para sujeción del tubo del asiento se dio con patentes recientes, así como envolviendo la clasificación del principio físico usado.

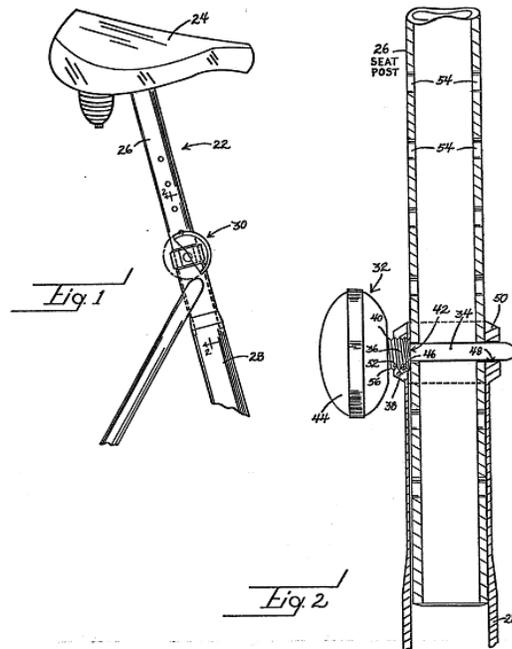
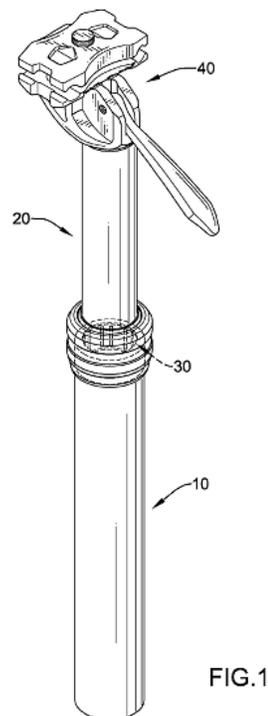


Fig. 5-18. Patente de Sistema de Sujeción por Perno (1985)

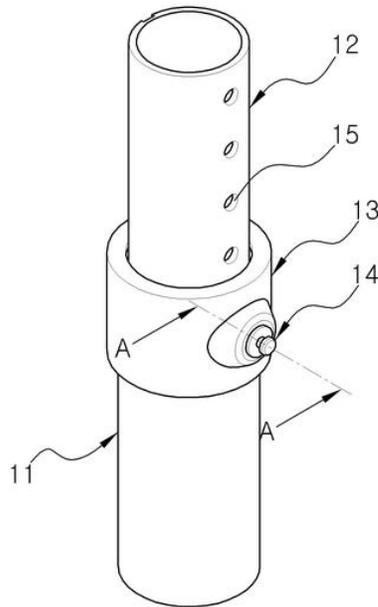
Las patentes analizadas demuestran la tendencia de diversas formas de sujetar el tubo del asiento. Como se puede apreciar en la *Fig. 5-18*, el sistema de sujeción por perno es un sistema que tiene una antigüedad considerable, teniendo una patente vencida pero con la posibilidad de evitar que se patente algo similar. Este sistema propone que el tubo del asiento cuente con barrenos a lo largo de su eje longitudinal, todos con la misma orientación. Finalmente se regula la altura predeterminada con ayuda de un perno con cuerda para evitar que la posición cambie.

Por otro lado, si observamos la patente mostrada en la *Fig. 5-19*, encontramos que utiliza el principio de sujeción por prensa hidráulica. Este tipo de sistemas buscan la comodidad del usuario para ajustar a su elección y de forma sencilla el asiento de su bicicleta. Tiene 3 funciones establecidas: sujetar, ajustar y amortiguar. El principio en el que se basa la patente, ayuda a que exista cierto efecto de amortiguamiento lo que es benéfico para el usuario.

Finalmente, observando la patente mostrada en la *Fig. 5-20*, encontramos que el principio de sujeción por perno puede complementarse con otros principios utilizados que pueden llegar a optimizar invenciones obsoletas, convirtiéndolas en propuestas de innovación.



*Fig. 5-19. Patente de Sistema Hidráulico de Ajuste y Sujeción de Asiento (2012)*



*Fig. 5-20. Patente de Sistema de Sujeción del tubo del Asiento con Perno Autoajustable (2011)*

### 5.8.3. Sistema de Carga

El sistema de carga en una bicicleta se compone de todo artefacto (incluido o no incluido en la estructura básica de la bicicleta) que funja como estructura para el transporte de elementos extra al usuario. Lo más utilizado comúnmente son canastillas, sujetas tanto al marco de la bicicleta como a parrillas ancladas en los ejes de las llantas. También se pueden utilizar remolques y demás sistemas externos que se acoplan a las bicicletas.

La problemática que intenta resolver el sistema de carga, es el transporte de carga extra mediante el uso común de la bicicleta. Esto es, que se puedan transportar cosas que el usuario traiga consigo sin necesidad que recaiga en él el proceso de carga, sino en la bicicleta, y que la bicicleta pueda funcionar con carga extra lo más “regularmente” posible (sin desestabilizar al usuario).

Existen varias soluciones comerciales para el sistema de carga en una bicicleta, utilizando varios métodos de carga que se detallan en la *Tabla 7*, así como se pueden ver ejemplos comerciales junto a los costos y la carga máxima aceptada en la *Tabla 8*.

Tipo de Sistema de Carga	Descripción	Ejemplos Comerciales
1. Canastilla sujeta directamente a la estructura de la bicicleta	Artefacto de carga fabricado generalmente de alambre metálico u otra estructura metálica que va sujeto o fabricado directamente a la estructura de la bicicleta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASIA /Canastilla económica con soporte</li> <li>• B-Pod /Plegable</li> <li>• ASIA /Canastilla de Alambre</li> </ul>
2. Canastilla (y demás sistemas) sujetos a parrillas	Canastilla (y otros sistemas) ensamblada directamente a una estructura metálica, que a su vez está sujeta a los ejes de las ruedas de la bicicleta mediante cuerpos metálicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pannier /Universal</li> <li>• ASIA /Quick Release</li> <li>• ToPeak</li> </ul>
3. Parrillas (porta bultos)	Dispositivo con estructura metálica sujeto a los ejes de las ruedas de la bicicleta y en algunos casos al cuadro o tubo del asiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discovery /ZEFAL</li> <li>• Rodeo / ZEFAL</li> <li>• ASIA</li> </ul>
4. Remolques y demás sistemas externos	Artefactos fabricados para ensamblarse a una bicicleta y que cuentan con su propio sistema de tracción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yark /BOB</li> <li>• Burley</li> </ul>

Tabla 7 Tipos de Sistemas de Carga y Ejemplos Comerciales

Tipo de Sistema de Carga	Modelo	Fotografía	Precio (Pesos)	Carga máxima
1. Canastilla sujeta directamente a la estructura de la bicicleta	a) ASIA b) B-Pod c) ASIA		a) \$ 92 b) \$ 450 c) \$ 64	a) N/A (trasera) b) 6 Kg (delantera y trasera) c) 6.5 Kg (delantera)

<p><b>2. Canastilla (y demás sistemas) sujetos a parrillas</b></p>	<p>a) Pannier /Universa I  b) QuickRelease/ASIA  c) ToPeak</p>		<p>a) \$700  b) 214  c) \$650</p>	<p>a) 6.8 Kg (delantera)  b) N/A (delantera)  c) 9 Kg (trasera)</p>
<p><b>3. Parrillas (porta bultos)</b></p>	<p>a) Discover y/ZEFAL  b) Rodeo / ZEFAL  c) ASIA</p>		<p>a) \$ 495  b) \$ 516  c) \$ 102</p>	<p>a) 25 Kg  b) 9 Kg  c) N/A</p>

4. Remolques y demás sistemas externos				
	a) Genérico b) Yark /BOB c) Burley		a) \$ 1,800 b) \$ 4,680 c) \$ 3,900	a) 40 Kg b) 32 Kg c) 45 Kg
				

Tabla 8 Tipos de Sistema de Carga y Ejemplos Comerciales

Como se observa en las tablas, existen varios sistemas de carga utilizados en el mercado actualmente. La mayoría de los sistemas están enfocados a diferentes necesidades, como las canastas de mimbre, las cuales no cumplirán los requerimientos para las personas que intentan cargar más de 10 Kg en la bicicleta; sin embargo, cumplen la función de cargar artefactos pequeños y livianos como algunas mascotas, además de tener un efecto estético interesante.

Cabe destacar que existen varias soluciones innovadoras como la canastilla propuesta por Topeak, la cual es plegable y le permite al usuario almacenar y transportar bienes mientras recorre a pie o simplemente cargar la canastilla ocupando menos espacio que una canastilla convencional.

Para complementar la etapa de benchmarking para el Sistema de Carga, se llevó a cabo el análisis de varias patentes de sistemas de carga para bicicletas, resaltando los ejemplos más recientes e interesantes. En la Fig. 5-21 podemos apreciar la patente de una canastilla plegable fabricada de alambre, la cual se puede sujetar tanto a una parrilla, como al manubrio sin necesidad de accesorios extra.

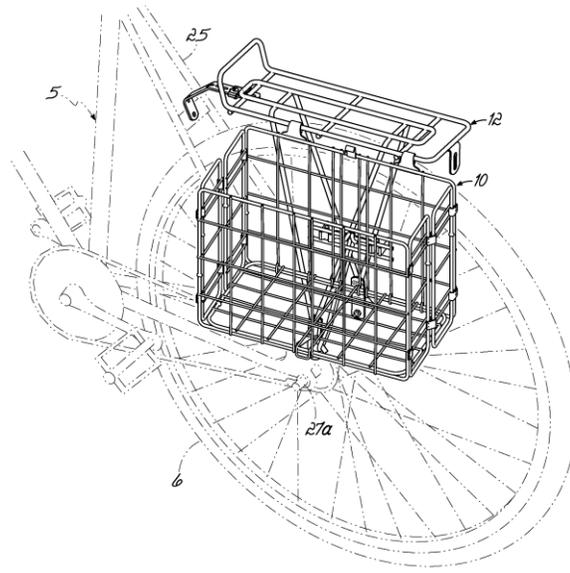


FIG. 1

*Fig. 5-21. Patente de Canastilla Plegable (2010)*

Por otra parte, un remolque actualmente reconocido en el mercado es el que se muestra en la *Fig. 5-22*. Éste remolque fue diseñado para evitar que la carga que se lleva sufra algún daño, ya que su estructura cuenta con un sistema de suspensión, además de contar con una junta rotatoria que va sujeta a la bicicleta.

Finalmente en la patente mostrada en la *Fig. 5-23* podemos apreciar una canastilla que se forma al soldar un tubo extra al manubrio de una bicicleta y al adaptarle un sistema de correas para simular una canastilla. Esta patente contiene diferentes modelos protegidos que cuentan con la característica de contener una estructura en forma de “boca” de canastilla, para agregársele el sistema de correas y tener así un sistema de carga implementado en la bicicleta.



#### 5.8.4. Timbre

En el caso del Timbre, comúnmente se conforma como producto en dos sistemas: el sistema de sujeción a la bicicleta y el sistema que crea el sonido que funge como “timbre” que alerta el paso de la bicicleta.

El principio físico que se maneja en el sistema de sujeción a la bicicleta es similar al del Sistema de Sujeción del Asiento. Generalmente es utilizada una abrazadera que mantenga una posición determinada para accionar con facilidad el dispositivo que creará el sonido.

Por otro lado, el desarrollo principal del timbre de una bicicleta viene del sistema que crea la señal sonora, encontrándose una mayor cantidad de información en este rubro, y que se pueden detectar varios principios físicos enlistados en la *Tabla 9*.

Principio Físico	Aplicación	Ejemplos Comerciales
5. Vibración mecánica (Impacto Directo)	Dispositivo acústico que crea una señal sonora mediante el uso del golpeteo de un cuerpo flexible con otro cuerpo rígido cuya resonancia acústica es considerable.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Soccer Ball / ASIA</li><li>• PIING / ZEFAL</li><li>• Lady Bug / ASIA</li><li>• Biria</li></ul>
6. Vibración mecánica (Mecanismo de Impacto)	Dispositivo acústico que crea una señal sonora mediante el uso del golpeteo por parte de un mecanismo de impacto con otro cuerpo rígido cuya resonancia acústica es considerable.	<ul style="list-style-type: none"><li>• DingDong / INDIA</li><li>• Deluxe / ASIA</li></ul>
7. Vibración Electromecánica	Dispositivo eléctrico que crea una señal sonora con base en el principio piezoeléctrico invertido.	<ul style="list-style-type: none"><li>• RBBell</li><li>• QBell</li></ul>

*Tabla 9 Principio Físico usado en los Timbres para Bicicleta*

En la *Tabla 10* se pueden apreciar imágenes y características de algunos de los componentes comerciales que se encuentran disponibles en el mercado. Se puede apreciar también, la variedad de costo, así como de principios físicos utilizados en su funcionamiento.

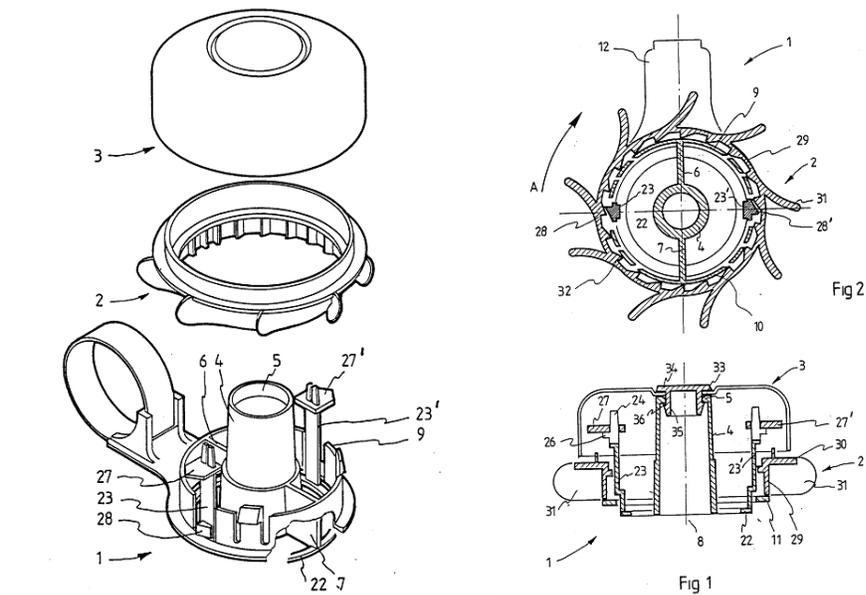
Principio Físico	Modelo	Fotografía	Precio (Pesos)	Características
d) Vibración mecánica (Impacto Directo)				Todos estos timbres se basan en la resonancia causada por el impacto directo de un martinete sobre un cuerpo con forma de campana. El modelo PIING de ZEFAL tiene un sistema de sujeción por fricción, mientras otros modelos cuentan con abrazaderas.
	d) ASIA		d) \$ 56	
	e) PIING/ ZEFAL		e) \$ 40	
f) BIRIA			f) \$ 65	
e) Vibración mecánica (Mecanismo de Impacto)	d) DingDong / INDIA		d) \$ 22	Estos timbres utilizan un mecanismo interno para causar el impacto del martinete sobre el cuerpo con forma de campana. Esto ayuda a que se tenga un golpeteo más fuerte debido a la dinámica del mecanismo y a que sea de fácil accionamiento por parte del usuario.
	e) Deluxe / ASIA		e) \$ 50	
f) Vibración Electromecánica	d) RBBell		d) \$ 208	Los timbres eléctricos constan de un sistema de sujeción, un botón de accionamiento conectado a un buzzer y baterías intercambiables. RBBell se adapta a
	e) QBell		e) \$ 338	
	f) BENOTT O		f) \$ 21	



*Tabla 10 Ejemplos Comerciales de Timbres para Bicicleta*

Finalmente, es necesario agregar el análisis realizado a las patentes que se encontraron para el presente trabajo, debido a que es un paso importante para la etapa siguiente en el proceso de diseño.

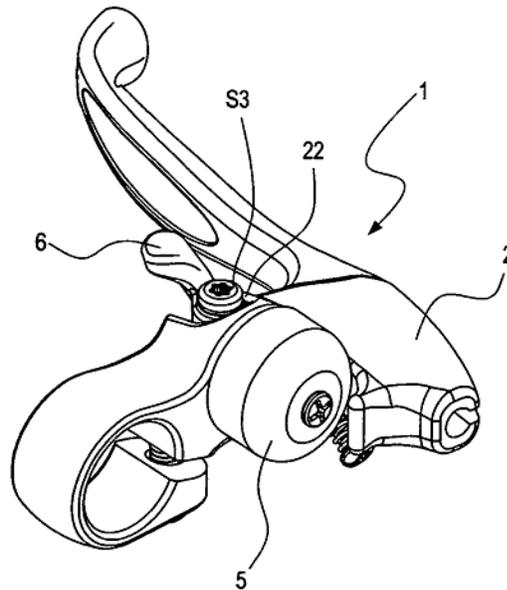
Existe un número inimaginable de patentes relacionadas al timbre de una bicicleta. Algunas datan del siglo XIX, siendo patentes de mecanismos para hacer resonar la campana del timbre. El análisis realizado se hizo con base en las patentes encontradas más actuales.



**Fig. 5-24. Patente de Timbre Rotatorio (1994)**

En la Fig. 5-24. Podemos apreciar una patente de Timbre Rotatorio, en dónde se adapta cierto mecanismo con base en un trinquete para producir el sonido mediante un golpeteo continuo. Las ventajas que brinda esta patente son

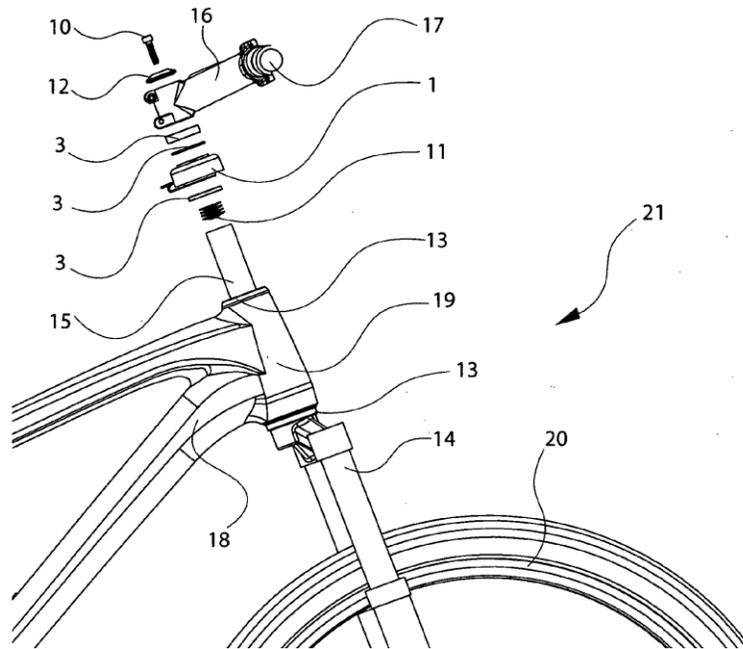
considerables comparadas con los timbres comunes de golpeteo directo y de golpeteo por mecanismo, ya que no importa la posición del timbre o la posición de la manivela que lo acciona (en este caso una especie de disco), siempre producirá un sonido con el más mínimo movimiento y esfuerzo.



*Fig. 5-25. Patente de Timbre Unido a la Palanca de Freno (2010)*

Por otra parte, en la *Fig. 5-25.* podemos apreciar otra patente en donde la campana está sujeta a la montura de la palanca de freno. Esto contiene una ventaja y una desventaja; la ventaja se produce ya que no hay necesidad de sujetar individualmente al timbre en el manubrio, lo que facilita su mantenimiento y manipulación. La desventaja se encuentra en que si la palanca de freno, o en su caso, la montura llegara a sufrir algún daño, es necesario cambiar el ensamble entero, dejando de usar la campana permanentemente.

En la *Fig. 5-26.* observamos la imagen de una patente que propone la instalación de la campana en el ensamble de la tijera. Si bien la innovación se encuentra presente, en la medida de que se necesite reemplazar la campana, se hace necesario desensamblar la tijera entera, sin embargo es de consideración que la propuesta es buena y eficiente.



*Fig. 5-26. Patente de Timbre Ensamblado junto a la Tijera de una Bicicleta (2012)*

Finalmente se puede agregar que el rediseño del timbre consiste un reto de consideración, ya que contiene un trasfondo tecnológico tan antiguo como la bicicleta misma. Además debe de brindar un resultado tangible y que resuelva la contradicción a la que se enfrenta el usuario indirecto que más específicamente se retomará en la etapa posterior, dónde se define un perfil de diseño.

**NOTA:** El presente trabajo de investigación culminó el mes de Julio del 2013. Toda referencia o cuestión que tenga que ver con esta investigación posterior a esta fecha, no está incluida.

## 5.9. Fuentes Consultadas

- [1][2] Rodríguez, Velasco, Rosales y Candelas Daniel; “Análisis Ergonómico del Uso de las BICIPUMA”; Ergonomía – Dra. Cristina León; Facultad de Ingeniería, UNAM; 2013.
- [3] Morales Samaniego, Nicolás; “Colgar Cougar para BICIPUMA”; Diseño del Producto - Dr. Alejandro Ramírez Reivich; Facultad de Ingeniería, UNAM; 2012.
- Sistema BICIPUMA
- **Asiento**
  - [http://www.benotto.com.mx/s\\_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave\\_Elemento=251&N=0](http://www.benotto.com.mx/s_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave_Elemento=251&N=0) (Julio 2013)
  - <http://www.amazon.com/Bell-Gel-Tech-Bike-Saddle/dp/B004HCMMVM> (Mayo 2013)
  - <http://www.cardiff ltd.com/> (Junio 2013)
  - [www.brooks.com](http://www.brooks.com) (Julio 2013)
  - Lee Rod David; Patente No. US2013/0099530A1; Lee Rod David; 2013, Estados Unidos.
  - Chin-Chen Yuan; Patente No. US2013/0175783A1; Chin-Chen Yuan; 2013, Estados Unidos
  - Lois Chuang; Patente No. EP1972531B1; Viering, Jentschura & Partner; 2006, Alemania.
- **Sujeción del Tubo del Asiento**
  - [http://www.benotto.com.mx/s\\_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave\\_Elemento=518&N=0](http://www.benotto.com.mx/s_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave_Elemento=518&N=0) (Julio 2013)
  - [http://www.benotto.com.mx/s\\_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave\\_Elemento=268&N=0](http://www.benotto.com.mx/s_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave_Elemento=268&N=0) (Julio 2013)
  - Jung-Yu Hsu; Patente No. US2012/0243931A1; 2012, Estados Unidos.
  - Szymski, Eugene J.; Patente No. EP 0148979A2; 1985, Europa.
  - Dong Hwan Yeom; Patente No. WO2011059155A1; 2011, Estados Unidos.
- **Sistema de Carga**
  - Morales Samaniego, Nicolás; “Colgar Cougar para BICIPUMA”; Diseño del Producto - Dr. Alejandro Ramírez Reivich; Facultad de Ingeniería, UNAM; 2012.
  - <http://www.zefal.com/es/124-porta-bultos> (Agosto 2013)
  - [http://www.benotto.com.mx/s\\_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave\\_Elemento=492&N=0](http://www.benotto.com.mx/s_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave_Elemento=492&N=0) (Agosto 2013)
  - Joel A. Wilson, Gwen E. Spencer, Aaron P. Beese, Christopher L. Casler; Patente No. US20110068560 A1; 2011, Estados Unidos.
  - Christopher Luomanen; Patente US20130020362 A1; 2013, Estados Unidos.
  - Daniel B. Crum, Jr., Dennis P. Pawsat, Chad D. Williamson; Patente No. US20100224662 A1; 2010, Estados Unidos.
- **Timbres**
  - [http://www.benotto.com.mx/s\\_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave\\_Elemento=498&N=0](http://www.benotto.com.mx/s_seccion34000/html/elementocatn1.exr?Clave_Elemento=498&N=0) (Julio 2013)
  - [http://www.amazon.com/Bicycle-Bell-black-Alloy-Biria/dp/B004HH4NMI/ref=sr\\_1\\_9?s=cycling&ie=UTF8&qid=1372732753&sr=1-9](http://www.amazon.com/Bicycle-Bell-black-Alloy-Biria/dp/B004HH4NMI/ref=sr_1_9?s=cycling&ie=UTF8&qid=1372732753&sr=1-9) (Junio 2013)
  - <http://www.rbell.com/> (Mayo 2013)

- <http://www.ohgizmo.com/2010/06/28/qbell-electronic-bike-bell/> (Mayo 2013)
- Szu-Fang Tsai; Patente No. EP2230161B1; Tektro Technology Corporation; 2012, Suecia.
- Hosper Alle; Patente No. 0486085B1; Spanninga Metaal B.V; 1994, Países Bajos.
- Robert Droux, Vincenz Droux; Patente No. EP20110405308 ; Flow AG ; 2010, Europa.

## 5.10. Imágenes del Capítulo (5-X)

1. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Ciudad Universitaria, 2012) / Catálogo BENOTTO 2013.
2. <http://www.tucomunidad.unam.mx/Bicipuma/mapa.html> (Mayo 2013).
3. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo ( Ciudad Universitaria, 2012)
4. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Ciudad Universitaria, 2012)
5. Fotografía: Ignacio (Bicicentro Universidad, 2013)
6. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Encuesta BICIPUMA, 2012)
7. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Encuesta BICIPUMA, 2012)
8. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Encuesta BICIPUMA, 2012)
9. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Encuesta BICIPUMA, 2012)
10. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Encuesta BICIPUMA, 2012)
11. Imagen: Rodriguez, Velasco, Rosales y Candelas Daniel; “Análisis Ergonómico del Uso de las BICIPUMA”; Ergonomía – Dra. Cristina León; Facultad de Ingeniería, UNAM; 2013.
12. Imagen: Rodriguez, Velasco, Rosales y Candelas Daniel; “Análisis Ergonómico del Uso de las BICIPUMA”; Ergonomía – Dra. Cristina León; Facultad de Ingeniería, UNAM; 2013.
13. Imagen: Rodriguez, Velasco, Rosales y Candelas Daniel; “Análisis Ergonómico del Uso de las BICIPUMA”; Ergonomía – Dra. Cristina León; Facultad de Ingeniería, UNAM; 2013.
14. Lois Chuang; Patente No. EP1972531B1; Viering, Jentschura & Partner; 2006, Alemania.
15. Lois Chuang; Patente No. US7661757 B2; 2009, Estados Unidos.
16. Chin-Chen Yuan; Patente No. US2013/0175783A1; Chin-Chen Yuan; 2013, Estados Unidos.
17. Lee Reeb David; Patente No. US2013/0099530A1; Lee Reeb David; 2013, Estados Unidos.
18. Szymiski, Eugene J.; Patente No. EP 0148979A2; 1985, Europa
19. Jung-Yu Hsu; Patente No. US2012/0243931A1; 2012, Estados Unidos.
- 20.
21. Daniel B. Crum, Jr., Dennis P. Pawsat, Chad D. Williamson; Patente No. US20100224662 A1; 2010, Estados Unidos.
22. Joel A. Wilson, Gwen E. Spencer, Aaron P. Beese, Christopher L. Casler; Patente No. US20110068560 A1; 2011, Estados Unidos.
23. Christopher Luomanen; Patente US20130020362 A1; 2013, Estados Unidos.
24. Hosper Alle; Patente No. 0486085B1; Spanninga Metaal B.V; 1994, Países Bajos.
25. Robert Droux, Vincenz Droux; Patente No. EP20110405308 ; Flow AG ; 2010, Europa.
26. Szu-Fang Tsai; Patente No. EP2230161B1; Tektro Technology Corporation; 2012, Suecia.

## 6. DISEÑO CONCEPTUAL

### 6.1. Perfil de Diseño

Para concentrarse en encontrar la solución más eficiente e innovadora para los distintos componentes de la bicicleta BICIPUMA, es necesario crear un Perfil de Diseño. Durante esta etapa se analiza la problemática que experimenta cada componente a rediseñar, para después establecer la posible causa, y finalmente se concluye lo que debe cumplir el rediseño final para resolver el problema actual.

#### 6.1.1. Asiento

El programa BICIPUMA no incita a la práctica competencia olímpica ni a realizar acrobacias con sus bicicletas, su principal objetivo es brindar un medio de transporte eficiente y que no contamine, pero que sin embargo, pueda ayudar a los usuarios a trasladarse en menor tiempo y a disfrutar el panorama que ofrece el campus de Ciudad Universitaria utilizando la bicicleta como un medio de transporte para trayectos cortos. El problema encontrado en el asiento es que los asientos que actualmente tienen las bicicletas son muy incómodos (asientos tipo “Montaña”) para el usuario directo, sin embargo son una buena opción para el usuario indirecto ya que son muy económicos y duraderos.

La causa de la inconformidad por parte del usuario directo se debe en gran parte a la carcasa de metal que contienen los asientos y que no tiene una capa grande de colchón (capa de 5 mm de espuma plástica). Además de que el asiento está diseñado para la disciplina de “Montaña”, donde se tiene una posición específica de mínimo 45° al montar la bicicleta; sin embargo, como se comentó anteriormente el sistema BICIPUMA busca que los usuarios mantengan una posición para “Paseos largos”, la cual se establece de 60° a 90°. [1]



*Fig. 6-1 Composición interna del asiento BICIPUMA*

Con base en eso y con ayuda del usuario indirecto se definió que lo mejor sería acotar el desarrollo de una solución al conjunto de asientos denominado tipo “City”, buscando también que la solución sea lo más económica posible.

Otro problema que se observó fue el uso fuera de la actividad, el cual llega a afectar la vida útil del asiento. Esto es cuando los usuarios cargan o sostienen la bicicleta de alguna manera, utilizan como apoyo el manubrio y la parte posterior del asiento. Si bien el asiento es un componente rígido, está diseñado principalmente para soportar cargas en el sentido perpendicular al suelo, no cargas con dirección contraria. Por ello, el rediseño debe contemplar alguna especie de refuerzo u otra solución para el problema anterior.

Además de lo anterior, se tienen que tomar en cuenta varias cuestiones de ingeniería para lograr construir un diseño óptimo, como son:

- Selección de Materiales
- Manufactura
- Durabilidad
- Resistencia a la Fatiga
- Ergonomía

### **6.1.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento**

Todas las bicicletas del sistema BICIPUMA contienen un sistema de abrazadera con bloqueo para asegurar y nivelar la altura del asiento de la bicicleta. El principal problema es que debido al desgaste que se tiene en el tubo del asiento, la acción de la abrazadera ya es insuficiente, orillando a los usuarios a utilizar el sistema con una posición incómoda por no poder ajustar la altura del asiento con facilidad.

Se sabe que el ajuste de la altura del asiento la primera acción que realizan los usuarios al tomar prestada la bicicleta.

El desgaste que manifiesta el tubo que sujeta al asiento es provocado por la repetida acción de ajuste de la abrazadera. Debido a que el sistema BICIPUMA es un sistema público y las bicicletas son utilizadas continuamente, se produce el fenómeno de desgaste por fatiga.



*Fig. 6-2. Desgaste del tubo de Asiento y Abrazadera utilizada por BICIPUMA*

El rediseño del sistema de sujeción del asiento tiene que evitar en la medida de lo posible ese desgaste, además de promover el ajuste del asiento de una manera intuitiva y sencilla y evitar el robo de asientos.

### 6.1.3. Sistema de Carga

Las bicicletas BICIPUMA cuentan con un sistema de carga para ayudar a los usuarios a transportar con mayor comodidad sus pertenencias: se utilizan canastillas delanteras y traseras fabricadas de alambre. Mediante observación, se concluyó que de cada 20 bicicletas que transitan por el campus, sólo 4 contienen canastilla, es decir sólo una quinta parte contienen un sistema de carga. [2]



*Fig. 6-3. Tipos de Canastillas Utilizadas por BICIPUMA*

También se considera que la capacidad de las canastillas es insuficiente, con un promedio de  $0.0172 \text{ m}^3$  de capacidad. [3] Tan sólo un maletín tipo mensajero (40x25x13 cm) utilizado por un estudiante tiene un volumen de  $0.013 \text{ m}^3$ , siendo también el tipo de mochila utilizada con una menor capacidad. A esto cabe sumarle que en promedio un estudiante carga 7 Kg durante su jornada diaria. [4]

Por otra parte, la problemática del lado del usuario indirecto es parecida, ya que al no cumplir con las especificaciones de carga de los estudiantes, las canastillas tienen una vida útil muy corta. Lo anterior reduce la posibilidad del usuario indirecto de invertir en nuevas canastillas, ya que no es económicamente viable.



*Fig. 6-4. Problemas comunes con las canastillas*

El problema del sistema de carga de las bicicletas BICIPUMA consiste en la incapacidad de encontrar un método eficiente y económico para transportar la carga extra que traiga consigo el usuario. Para la solución, se espera que el diseño tenga un especial énfasis en la forma en la que se adapta el sistema a la bicicleta, la selección de materiales, el proceso de manufactura y la posible facilidad de reemplazo.

#### **6.1.4. Timbre**

Si bien el timbre en una bicicleta se puede considerar un accesorio de poca utilidad, debido a que las bicicletas BICIPUMA conviven con el paso peatonal su uso es necesario. Por ende, las bicicletas del sistema BICIPUMA deben de contener algún tipo de timbre por seguridad tanto de los propios usuarios, como de los peatones que transitan por el campus universitario.

El usuario indirecto informó que se encontraba con algunas fallas peculiares en cuanto a la elección del timbre para la bicicleta BICIPUMA. La elección de timbres con componentes de baquelita como la base o la mayor parte del mecanismo, no era eficiente debido a su poca vida útil. Por otra parte, los timbres de baquelita utilizados llegaban a perder su resistencia provocando que se cayeran o simplemente fallaran mecánicamente, volviendo inservible el timbre.

Debido a lo anterior, los encargados del sistema BICIPUMA optaron por la utilización de timbres completamente contruidos de partes metálicas. Se creía que estos timbres serían una solución eficiente, sin embargo se demostró lo contrario. Los nuevos timbres metálicos, si bien tenían un rango acústico mayor y una vida útil más larga, tenían la peculiaridad de que debían de ser ajustados constantemente al cuadro debido a que se “volteaban” a los pocos días de ser colocados.

A pesar de las medidas tomadas por el usuario indirecto, por ejemplo el utilizar trozos de cámara de llanta de bicicleta para inmovilizar al timbre, éste continuaba con su tendencia a “voltearse”.

Con el afán de solucionar el conflicto, se replanteó el problema de tal forma que se encontró la causa del fenómeno realizado por los timbres:

1. Al principio se pensaba que el timbre era víctima de problemas comunes de componentes que se adaptan a la bicicleta, al “desajustarse” regularmente la abrazadera que contiene y se propuso una solución simple: ajustarlo regularmente. Sin embargo, se realizó un análisis de tiempos y movimientos llegándose a la conclusión de que el tiempo utilizado para el ajuste de los timbres del número total de bicicletas es considerablemente alto y es poco eficiente realizarlo con regularidad.
2. Después se concentró en que la causa también tenía que ver con las características dinámicas del timbre. Debido a su composición metálica, el timbre goza de una masa considerable y está sujeto a un eje transversal. Lo anterior hace pensar que el momento de inercia puede tener cierta relevancia en la presencia del fenómeno.
3. Otra causa que se discutió con regularidad fue la interacción que tiene el timbre con el usuario. El diseño tradicional de los timbres instalados en las bicicletas se activa mediante una manivela que mueve el mecanismo interno, que a su vez, produce un sonido al golpear la campana externa. La fuerza que produce el usuario sobre la manivela es perpendicular al eje de rotación (manubrio) al que se encuentra sujeto el timbre, además de no encontrarse en el mismo plano de referencia. Por ende, se produce un momento torsional sobre la abrazadera del timbre cada vez que éste es activado. Si bien puede ser considerado despreciable, puede ayudar a la propagación del fenómeno por el uso continuo de la bicicleta BICIPUMA.
4. Finalmente se concluyó que el fenómeno que se presentaba en el timbre era provocado por las características físicas de éste, su entorno (vibraciones), y la forma en la que era manipulado por el usuario.

Con ayuda de este análisis se puede crear una idea de lo que se desearía evitar en el rediseño del timbre de la bicicleta BICIPUMA, además de que se tienen que tomar en cuenta aspectos de ingeniería para su realización como: principio físico utilizado para producir el sonido, selección de materiales, proceso de manufactura y la ergonomía.

## 6.2. Lluvia de Ideas (Bocetos)

Después de investigar profundamente en el estado del arte de cada producto y seleccionar un perfil de diseño preestablecido, el proceso de diseño continúa con una lluvia de ideas. En la etapa de lluvia de ideas se proponen soluciones conceptuales que no necesariamente deben encontrarse en el estado del arte del producto.

### 6.2.1. Asiento

Se buscó proponer la relación más eficiente entre comodidad y costo, además de buscar la optimización de materiales y manufactura. A continuación se muestran los bocetos de algunas ideas:

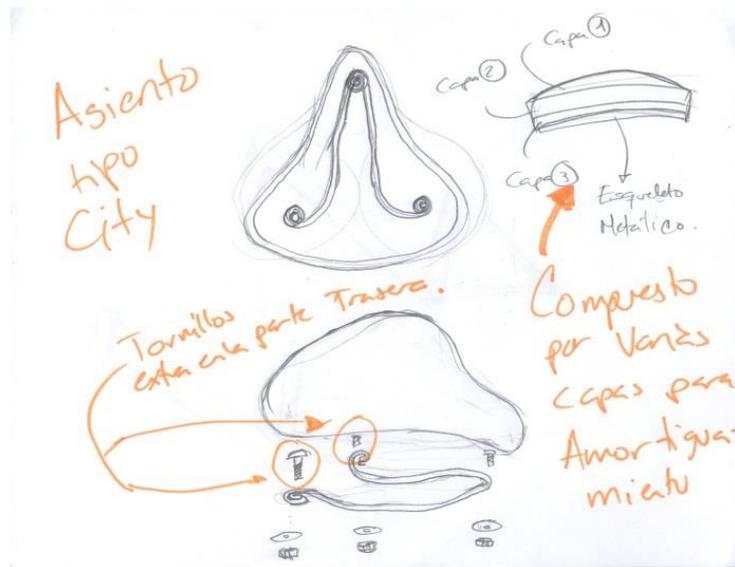


Fig. 6-5. Bocetos del Rediseño del Asiento

### 6.2.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento

Para este sistema se propusieron ideas que buscaban la facilidad de ajuste del asiento para el usuario, además de evitar producir desgaste en el tubo que sostiene al asiento. A continuación se muestran los bocetos de algunas ideas:

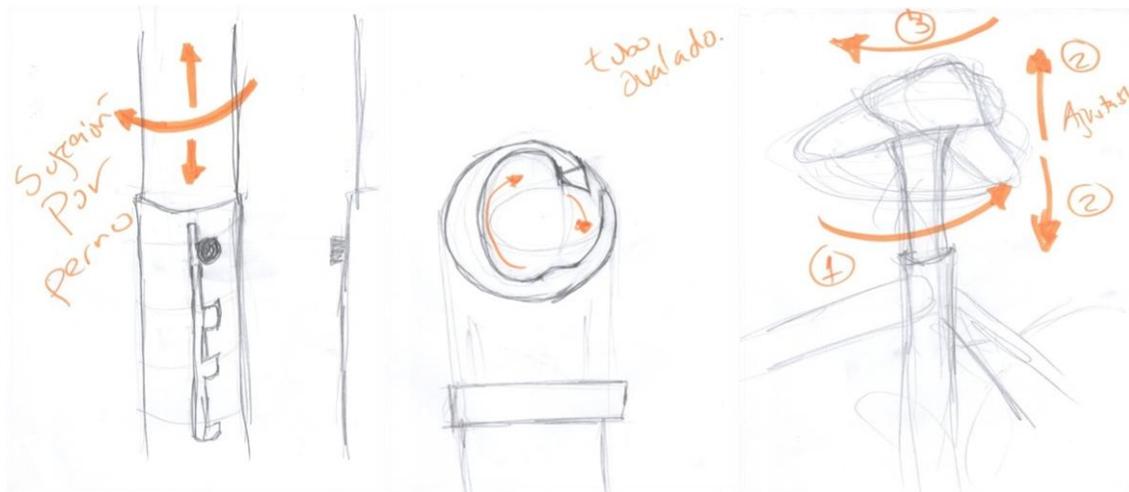


Fig. 6-6. Bocetos del Rediseño del Sistema de Sujación del Asiento

### 6.2.3. Sistema de Carga

Se buscó proponer ideas para mejorar la capacidad del sistema de carga sin sacrificar el costo de su producción.

### 6.2.4. Timbre

Se exploraron propuestas que abarcaban todos los principios físicos utilizables para recrear un sonido y para sujetar el timbre a la bicicleta, además de buscar utilizar un margen amplio de materiales, formas y métodos de accionamiento. A continuación se muestran los bocetos de algunas ideas:



Fig. 6-7. Bocetos del Rediseño del Timbre

### 6.3. Selección Previa de Conceptos

De la lluvia de ideas se seleccionaron tres propuestas de cada componente a desarrollar. La finalidad de la depuración de conceptos es la búsqueda de una propuesta final íntegra, que contenga las características innovadoras más importantes de las tres selecciones. La selección de las propuestas se hizo con base en la experiencia y su viabilidad de producción.

#### 6.3.1. Asiento

Características	Propuesta #1	Propuesta #2	Propuesta #3
<b>Tipo de Asiento</b>	City	Lona	Montaña
<b>Dimensiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Largo: 25 [cm]</li> <li>• Ancho: 20 [cm]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Largo: 30 [cm]</li> <li>• Ancho: 20 [cm]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Largo: 20[cm]</li> <li>• Ancho: 15 [cm]</li> </ul>
<b>Carga Máxima Soportada</b>	150 Kg	100 Kg	130 g
<b>Costo</b>	Bajo	Bajo	Moderado
<b>Proceso de Manufactura Empleado para Producción</b>	Forja de lámina. Doblado de barra. Ensamble manual.	Doblado de barra y soldadura. Ensamble de cordón manual.	Inyección de Plástico. Doblado de Barra. Ensamble manual.
<b>Materiales Utilizados</b>	Lámina y barra de acero, esponja y hule espuma.	Barra de acero y cordón de plástico.	Polietileno, barra de acero y cuero sintético.
<b>Características y Funcionamiento</b>	La propuesta # 1 se compone de una carcasa metálica que sirve como la base del asiento. También contiene una barra de acero doblada para brindarle rigidez y soporte ajustada a la carcasa mediante 3 tornillos. La parte superior se compone de capas de materiales poliméricos con una densidad baja. La geometría del asiento está enfocada para brindar comodidad al usuario durante la actividad ciclista. El concepto de las diferentes capas es el de emular un sistema de suspensión para evitar incomodidad y lesiones posteriores al usuario.	La propuesta #2 se compone de dos estructuras metálicas que fungen como base del asiento (barra doblada) cuya forma envuelve las posaderas del usuario. Estas estructuras se unen en la parte superior por medio de un cordón de plástico que se encuentra enroscado para proveer al usuario de sostén mientras se realiza la actividad ciclista. El concepto envuelve una técnica local de las comunidades de escasos recursos del Sur de México. Esta técnica se utiliza en el diseño de sillas y camastros con estructura de varilla soldada y cordón de plástico.	Propuesta # 3 se compone de una estructura polimérica (polietileno) que funge como base del asiento. También envuelve una barra doblada para darle rigidez y soporte. Se utilizan también un par de pelotas de tenis que se atornillan entre la estructura del asiento y la barra de soporte y fungen como sistema de amortiguamiento para evitar la incomodidad del usuario y prevenir lesiones posteriores.

Tabla 11 Tabla de comparación de propuestas para asiento

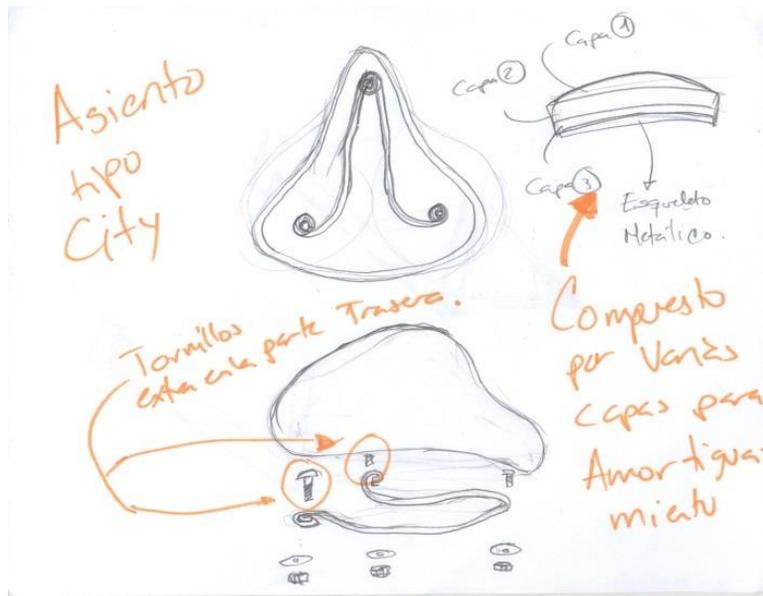


Fig. 6-8. Propuesta Conceptual # 1 de Asiento



Fig. 6-9. Propuesta Conceptual # 2 de Asiento

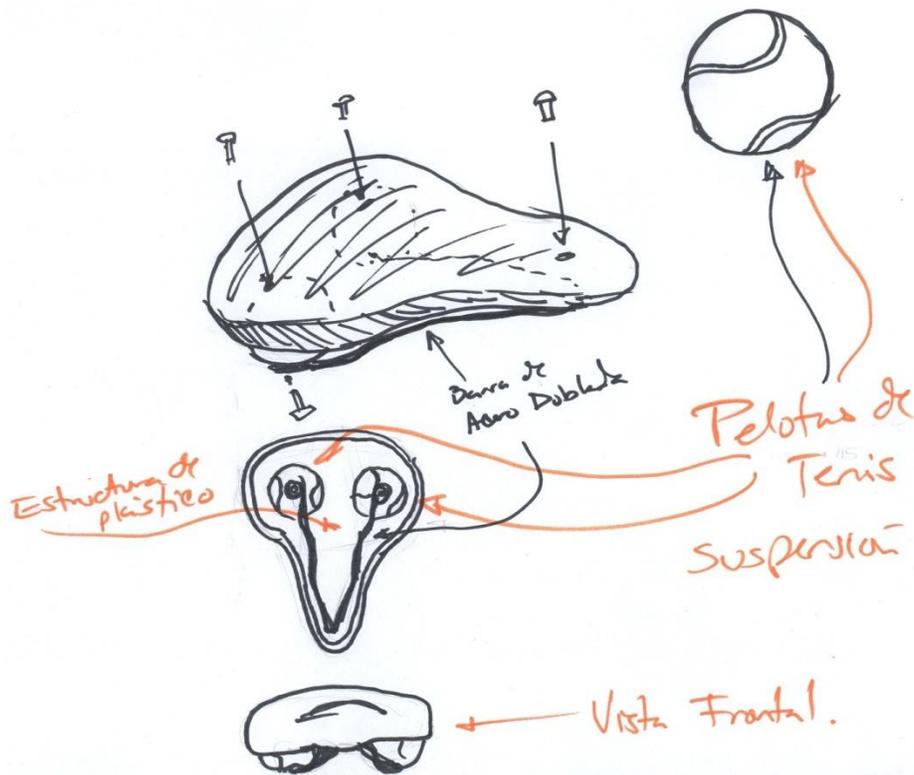


Fig. 6-10. Propuesta Conceptual # 3 de Asiento

### 6.3.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento

Características Importantes	Propuesta #1	Propuesta #2	Propuesta #3
<b>Principio Físico de Sujeción</b>	Sujeción por Perno	Sujeción por Perno	Sujeción Mecánica por Abrazadera
<b>Desgaste sobre el Tubo del Asiento</b>	Mínimo	Mínimo	Considerable
<b>Costo (Cualitativo)</b>	Moderado	Moderado	Alto
<b>Tiempo de Ajuste</b>	2 seg.	3 seg.	2 seg
<b>Proceso de Manufactura Empleado para Producción</b>	Maquinado CNC (Fresado) antes del ensamble del cuadro.	Maquinado CNC (Taladrado) antes del ensamble del cuadro.	Extrusión de tubo de asiento con dado ovalado. Maquinado CNC de abrazadera.
<b>Características y Funcionamiento</b>	La propuesta # 1 del sistema de sujeción envuelve un perno fijo en el tubo del asiento que hace contacto con una serie de rieles previamente maquinados en el cuadro a distintas distancias entre sí. La forma de sujeción por Bayoneta ayuda a evitar el movimiento por vibración del tubo del asiento. El usuario tiene la libertad de elegir una serie de distintos niveles para el ajuste del asiento y el ajuste de la altura se realiza de forma rápida.	La propuesta # 2 contiene el concepto de sujeción por esferas. Ya utilizado el concepto en artefactos de rehabilitación como son muletas y bastones, el concepto se puede utilizar para ajustar el asiento de una bicicleta. Su funcionamiento se basa en una esfera metálica sujeta al tubo del asiento mediante un resorte que interactúa con el tubo del cuadro previamente taladrado a distancias estándar. El usuario es capaz de ajustar la altura del asiento de forma rápida.	La propuesta # 3 considera la sujeción por medio de una abrazadera, sin embargo, lo que crea el ajuste es la fuerza que aplica el tubo del asiento en forma ovalada sobre la estructura interna de la abrazadera.

*Tabla 12 Tabla de comparación de propuestas para el sistema de sujeción del asiento*

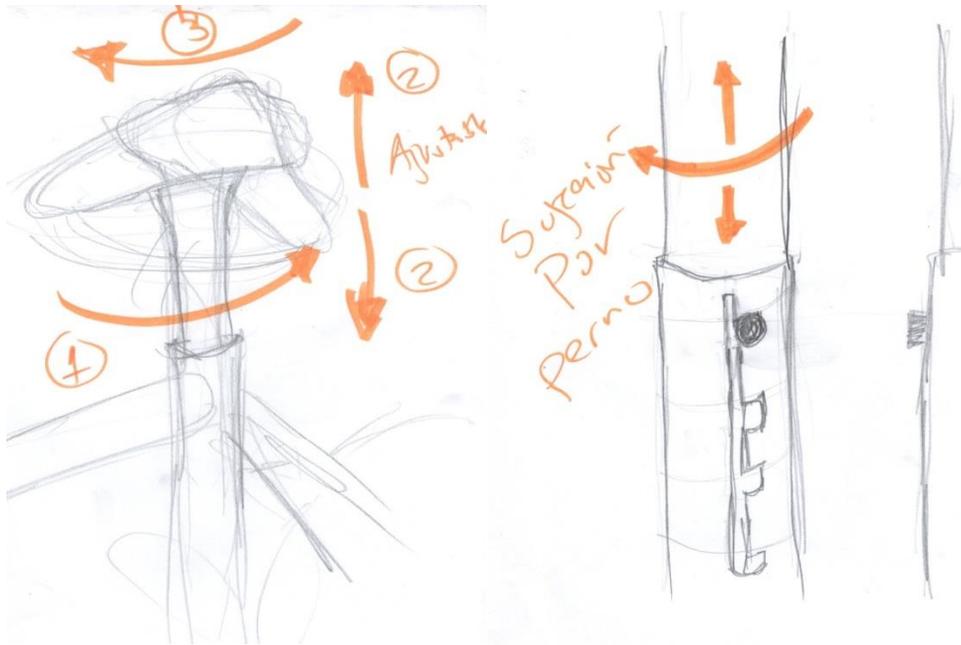


Fig. 6-11. Propuesta Conceptual # 1 de Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento

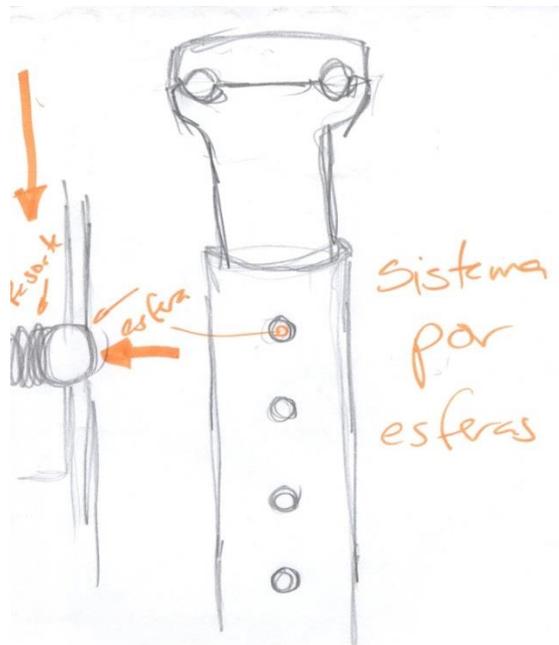


Fig. 6-12. Propuesta Conceptual # 2 de Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento



Fig. 6-13. Propuesta Conceptual # 3 de Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento

### 6.3.3. Sistema de Carga

Características Importantes	Propuesta #1	Propuesta #2	Propuesta #3
Sujeción a la Bicicleta	Sujeción mediante parrilla	Sujeción directa	Sujeción mediante parrilla
Carga Máxima Soportada	20 Kg	20 Kg	30 Kg
Costo (Cualitativo)	Bajo	Moderado	Alto
Posición en la bicicleta	Trasera	Delantera	Trasera
Materiales Utilizados	Argolla metálica, tiras de hule.	Alambre de Acero, Resortes de Acero.	Lámina de acero y tiras de material elástico.
Características y Funcionamiento	La propuesta # 1 se compone de una parrilla y un juego de tiras de hule provenientes de una cámara de bicicleta inservible. Las propiedades elásticas del material de las tiras le permiten al usuario sujetar sus pertenencias contra la parrilla sin que éstas sufran alguna caída o accidente. Esta propuesta se destaca por su bajo costo de producción, además de ser de carácter ambientalista por el	La propuesta # 2 se compone de una estructura metálica sujeta tanto al manubrio como al tubo del telescopio de la bicicleta. El principio de sujeción es similar al utilizado por ciertas parrillas que actualmente están en el mercado. La sujeción se da por la fuerza que provee un resorte torsional a la estructura de sujeción, con un principio parecido al de una pinza de ropa.	Parecida a la propuesta # 1, la tercera propuesta se compone de una parrilla que sujeta una lámina metálica previamente curvada en donde se coloca la carga extra del usuario. Sujetado a la parte inferior de la parrilla se encuentra un juego de elásticos que ayudan a sujetar contra la lámina las pertenencias del usuario. La ventaja de la propuesta se establece en que su carga extra no resbalará por la parte trasera de la parrilla si se

	origen de sus componentes.	llega a dar el caso de que se encuentre en una colina por ejemplo.
--	----------------------------	--

Tabla 13 Tabla de comparación de propuestas para el sistema de carga

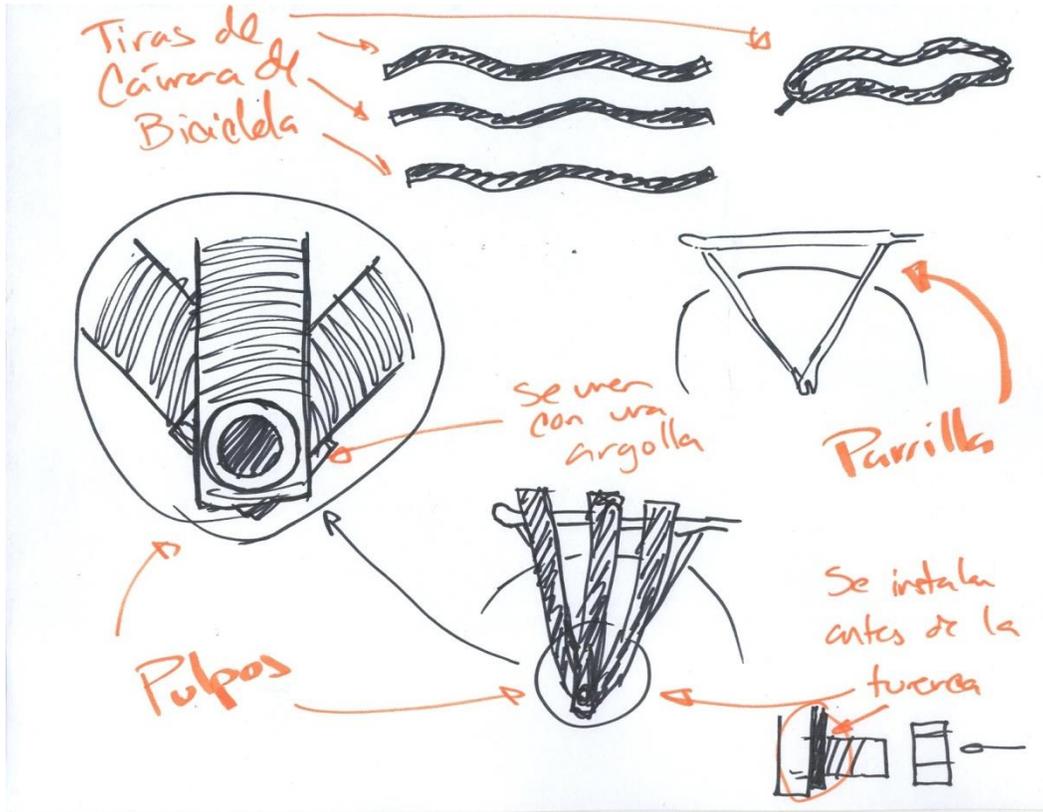


Fig. 6-14. Propuesta Conceptual # 1 de Sistema de Carga

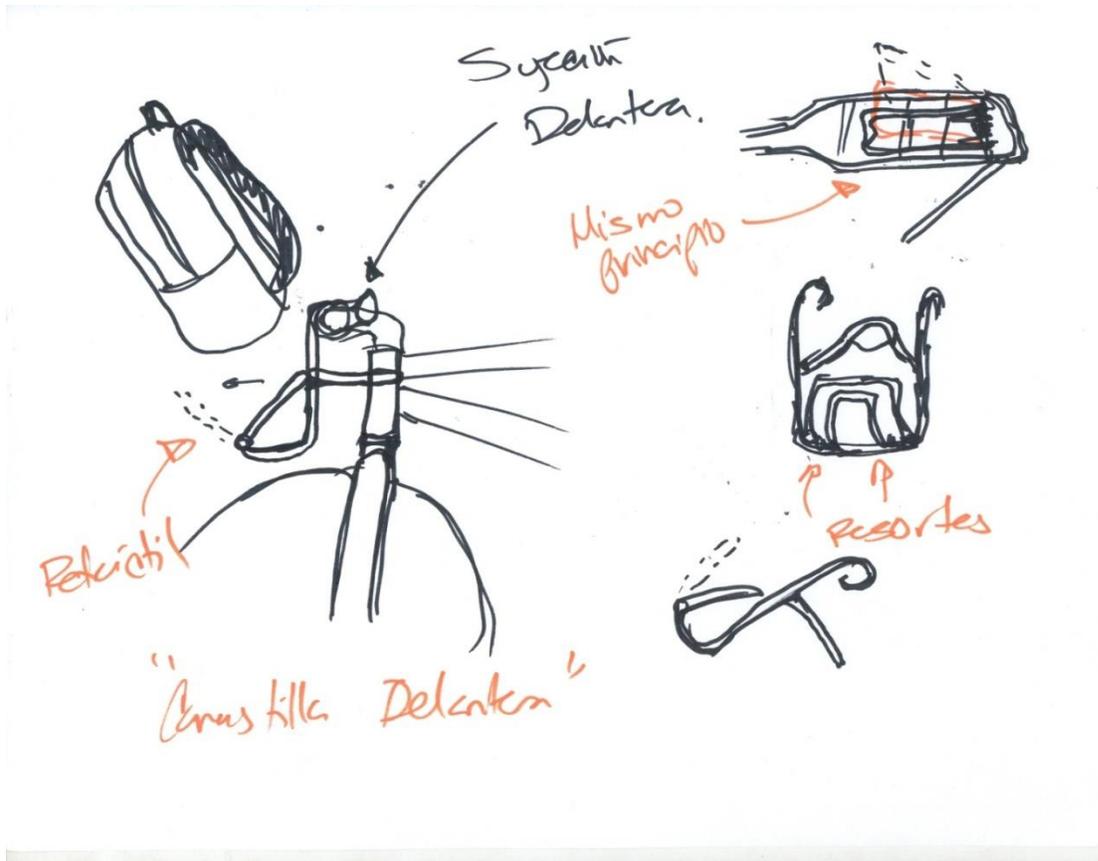


Fig. 6-15. Propuesta Conceptual # 2 de Sistema de Carga

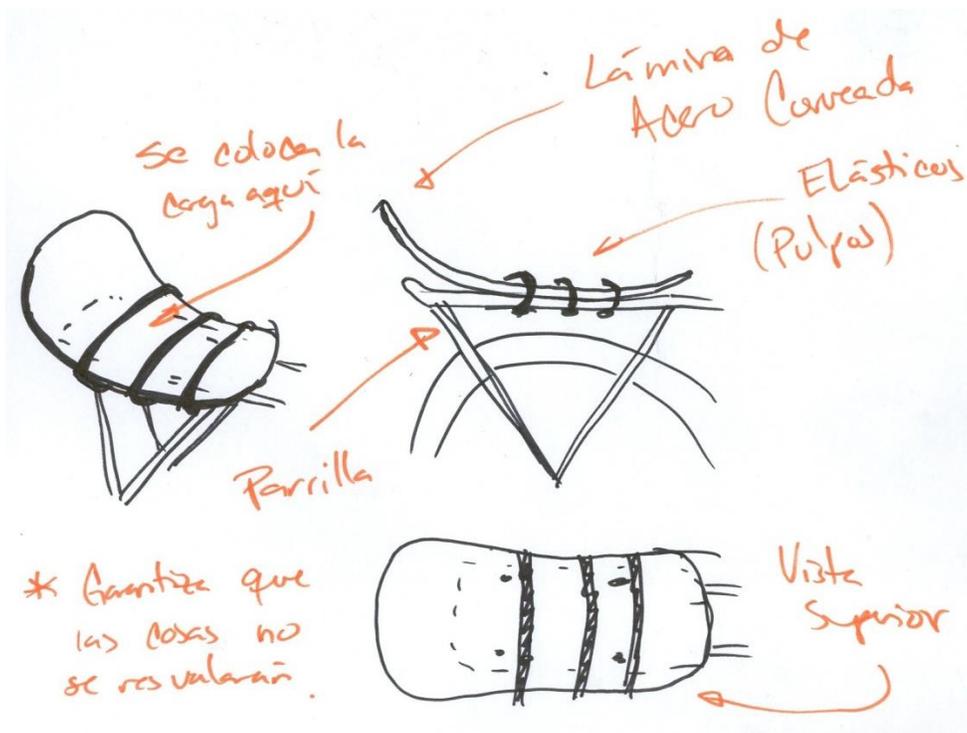


Fig. 6-16. Propuesta Conceptual # 3 de Sistema de Carga

### 6.3.4. Timbre

Características Importantes	Propuesta #1	Propuesta #2	Propuesta #3
<b>Principio Físico para la creación del Sonido</b>	Vibración Mecánica (Mecanismo de Impacto)	Vibración Electromecánica	Vibración Mecánica (Impacto Directo)
<b>Principio de Sujeción</b>	Sujeción Mecánica en la palanca de freno.	Sujeción mecánica en el puño y el manubrio.	Sujeción mecánica en la palanca de freno.
<b>Número de componentes</b>	7 componentes (si se toma el mecanismo como un solo componente, necesaria la palanca de freno)	6 componentes	6 componentes (necesaria palanca de freno)
<b>Materiales Utilizados</b>	Aluminio y Plástico	Plástico, hule y componentes electrónicos	Lámina de Acero y Resorte de Acero
<b>Características y Funcionamiento</b>	La propuesta # 1 se compone de un timbre tradicional que se acciona mediante mecanismo sujeto a la palanca de freno. Para solucionar la problemática del timbre se ha sujetado el timbre debajo de la estructura de agarre de la palanca de freno. El timbre es accionado mediante una palanca cuyas dimensiones y geometría son las necesarias para que el usuario accione el mecanismo con su pulgar. La posición tiene fines ergonómicos ya que la palanca se encuentra debajo del nivel del manubrio, promoviendo una posición natural del pulgar.	La propuesta # 2 se compone de un circuito eléctrico integrado a un puño (grip) para manubrio. En el circuito interactúan una batería de tipo botón, un switch, una resistencia y un buzzer. Su funcionamiento es sencillo, sólo se debe de accionar un switch que conecta el circuito para que la corriente circule y accione el buzzer, produciendo una señal acústica.	La propuesta # 3 es similar a la propuesta # 1, sin embargo su principio de accionamiento es de impacto directo de un martinete sobre la campanilla, además de que se encuentra en la parte superior de la palanca de freno para evitar que se voltee. El concepto se fundamenta en un diseño para manufactura y ensamble, componiéndose de piezas de formas simples. El ensamble total se compone de un trozo de espárrago, 2 tuercas, una campanilla, una placa de sujeción del martinete, un martinete y un resorte.

Tabla 14 Tabla de comparación de propuestas para el sistema de carga

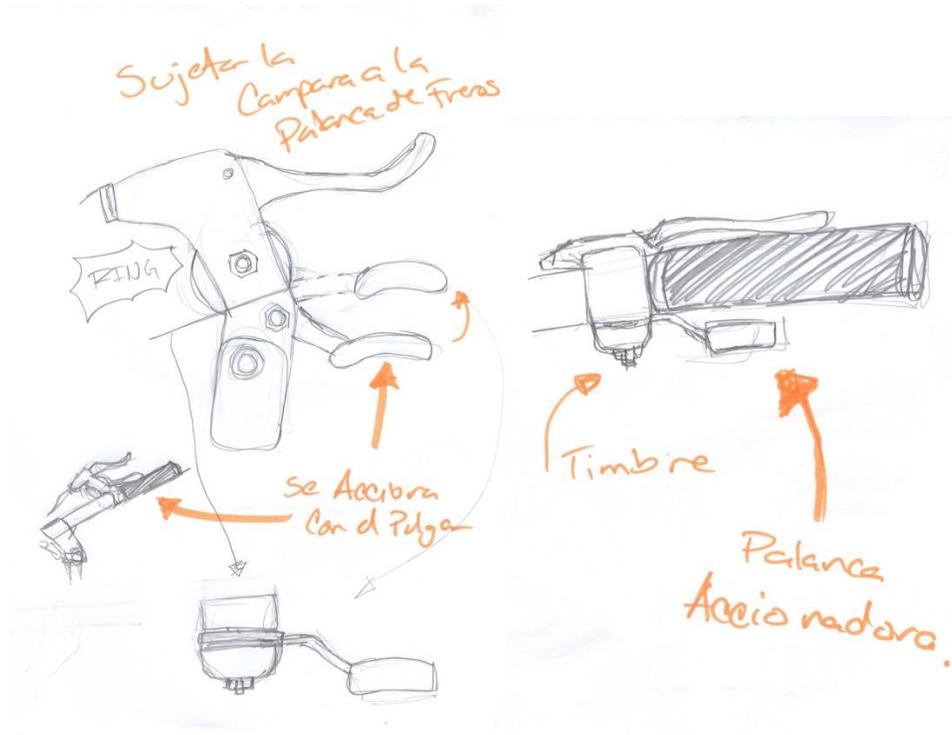


Fig. 6-17. Propuesta Conceptual #1 de Timbre

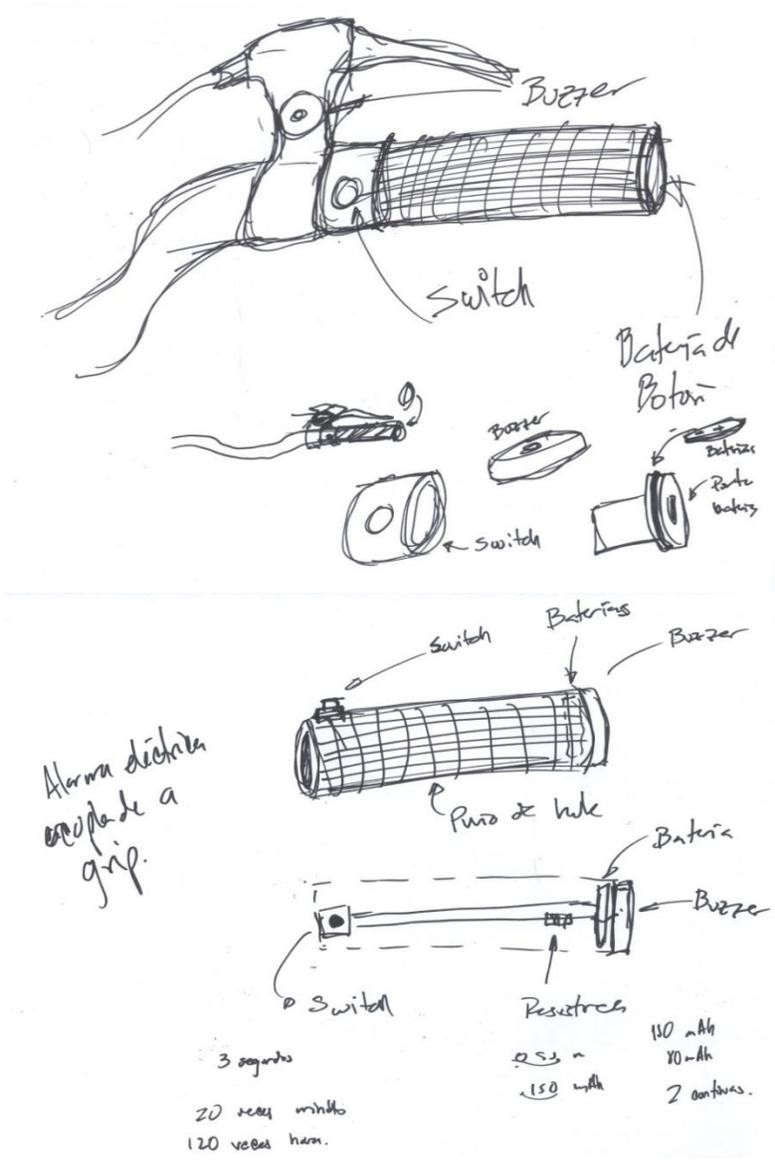


Fig. 6-18. Propuesta Conceptual #2 de Timbre



*Fig. 6-19. Propuesta Conceptual #3 de Timbre*

## 6.4. Prototipos Rápidos

Acorde a la selección de conceptos realizada, se construyeron varios prototipos rápidos. Los prototipos funcionaron para ayudar a la comprensión del concepto elegido, además de comprobar su funcionalidad como una posible solución al problema.

### 6.4.1. Asiento

Para el sistema del Asiento sólo se realizó un prototipo.

#### 6.4.1.1. Prototipo #1

El único prototipo para el asiento demostró ser funcional, debido a que provee de un soporte para el usuario al andar en bicicleta. El problema que se puede presentar está relacionado con las características mecánicas del alambre, ya que al realizársele pruebas al prototipo el alambre sufrió una deformación considerable.



*Fig. 6-20. Prototipo Rápido # 1 de Asiento*

#### **6.4.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento**

Para el sistema de sujeción del asiento, se realizaron prototipos para las propuestas 1 y 3 respectivamente.

##### **6.4.2.1. Prototipo Rápido #1**

El primer prototipo mostró que el funcionamiento es correcto y que es una buena posibilidad de solución. El ajuste no tomaba más de 2 segundos lo que puede ser una gran ventaja para el sistema BICIPUMA ya que el tiempo de préstamo es un factor importante. El problema que se puede presentar está relacionado con el desgaste de los materiales utilizados tanto en el perno como en el cuadro.



*Fig. 6-21. Prototipo Rápido # 1 de Sistema de sujeción de Tubo del Asiento*

#### **6.4.2.2. Prototipo Rápido #2**

Por otra parte el prototipo número dos no tuvo el desempeño esperado, ya que no ofrecía sujeción alguna y llegó a fallar mecánicamente.



*Fig. 6-22. Prototipo Rápido # 2 de Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento*

#### **6.4.3. Sistema de Carga**

Para el sistema de carga, se realizaron prototipos para las propuestas 1 y 2 respectivamente.

##### **6.4.3.1. Prototipo #1**

El primer prototipo de la propuesta número 1 demostró ser completamente funcional. El prototipo se probó con una maleta con una carga de 5 Kilos y no

existió alguna falla. Una de las dificultades encontradas fue que es necesario asegurar las tiras de cámara de llanta sin que éstas tengan alguna perforación o rasgadura, ya que se puede ampliar la rasgadura y fallar.



*Fig. 6-23. Prototipo Rápido # 1 de Sistema de Carga*

#### **6.4.3.2. Prototipo #2**

El prototipo de la segunda propuesta demostró que la propuesta es funcional. El prototipo fue probado con una maleta con una carga de 5 Kilos y a pesar de lo irregular terreno no hubo dificultad alguna. Se agrega que fue muy sencillo de

manipular y ajustar, inclusive más sencillo que el prototipo # 1. Una de las dificultades encontradas en el prototipo fue que debido a que a pesar de que se tiene sujeta la carga, aún existe posibilidad de que ésta tenga un grado de libertad disponible, lo que puede hacer que la carga se desbalancee y caiga.



*Fig. 6-24. Prototipo Rápido # 2 de Sistema de Carga*

#### **6.4.4. Timbre**

Por parte del timbre de la bicicleta se realizaron solamente dos prototipos.

##### **6.4.4.1. Prototipo #1**

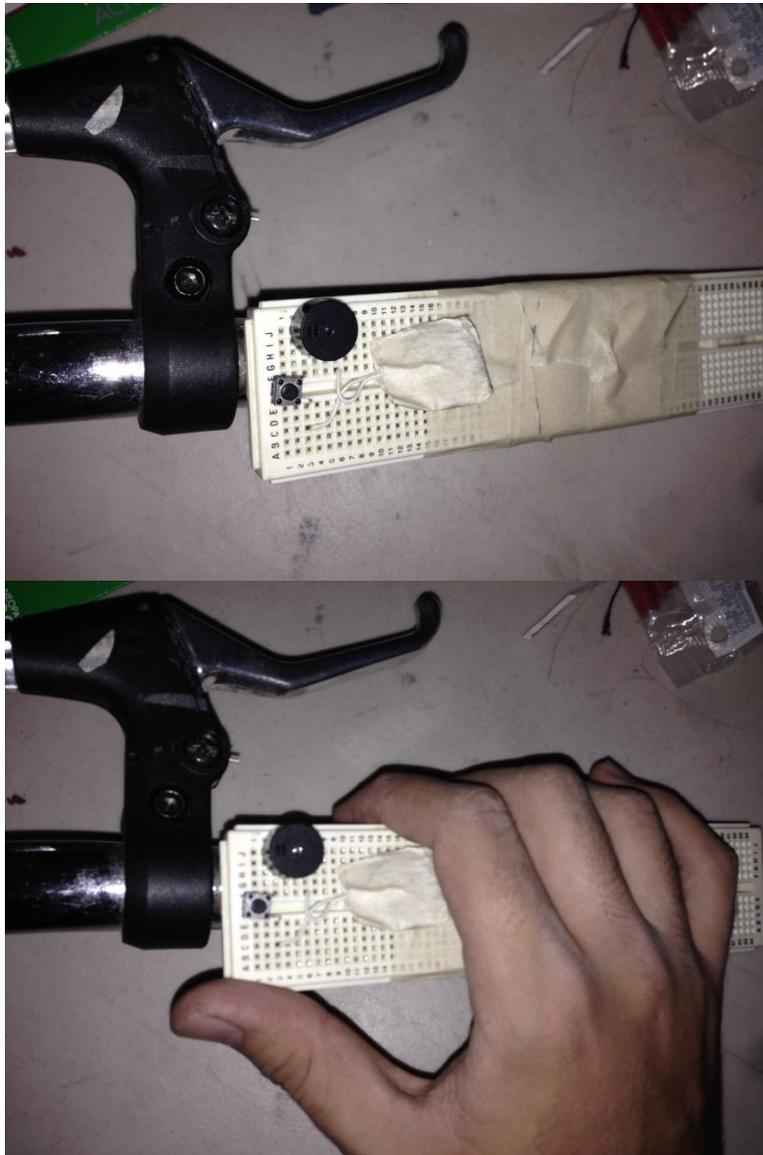
El primer prototipo comprobó que la propuesta que infiere el timbre volteado sujeto a la palanca de freno es funcional y puede ser una buena solución. Se comprobó que es más cómodo que se accione el timbre desde el ángulo natural del pulgar, por debajo del manubrio. Uno de los posibles problemas es encontrar la manera de sujetarlo directamente a la palanca de freno sin interferir con su funcionamiento.



*Fig. 6-25. Prototipo Rápido # 1 de Timbre*

#### **6.4.4.2. Prototipo #2**

Para el segundo prototipo se encontró que utilizar un componente eléctrico propone una gran ventaja al ser de fácil accionamiento. El prototipo mostró ser completamente funcional y bastante cómodo. Los problemas que se presentaron fueron relacionados a la posibilidad de que las ondas sonoras no sean lo suficientemente fuertes, además de que estaría sujeto a una batería para su funcionamiento.



*Fig. 6-26. Prototipo Rápido # 2 de Timbre*

## 6.5. Fuentes Consultadas

- [1] <http://ciclistaurbano.orgfree.com/ergonomia.php> (Septiembre 2013)
- [2][3][4] Morales Samaniego, Nicolás; “Colgar Cougar para BICIPUMA”; Diseño del Producto - Dr. Alejandro Ramírez Reivich; Facultad de Ingeniería, UNAM; 2012.
- Sistema BICIPUMA

## 6.6. Imágenes del Capítulo (6-X)

1. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (2013)
2. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (2013)
3. Morales Samaniego, Nicolás; “Colgar Cougar para BICIPUMA”; Diseño del Producto - Dr. Alejandro Ramírez Reivich; Facultad de Ingeniería, UNAM; 2012.
4. Morales Samaniego, Nicolás; “Colgar Cougar para BICIPUMA”; Diseño del Producto - Dr. Alejandro Ramírez Reivich; Facultad de Ingeniería, UNAM; 2012.
5. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
6. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
7. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
8. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
9. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
10. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
11. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
12. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
13. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
14. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
15. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
16. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
17. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
18. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
19. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Bocetos y Lluvia de Ideas, 2013)
20. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (2013)
21. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (2013)
22. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (2013)
23. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (2013)
24. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (2013)
25. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (2013)
26. Fotografía: Mario Alberto Sosa Hidalgo (2013)

## 7. DISEÑO DE CONFIGURACIÓN

### 7.1. Selección y Análisis de Conceptos Finales

Durante la etapa de Selección de Conceptos Finales se eligieron las propuestas que se consideraron más viables a funcionar.

Primero se analizaron y ponderaron diversos criterios de diseño por cada sistema que se consideraron importantes. Para ello, se comparó cada par de criterios posibles con el fin de determinar cuál de ellos es más importante que el otro; al ser un criterio de mayor importancia, se le asigna un uno, mientras que al criterio menos importante se le asigna un cero.

Al final, se sumó el puntaje de cada criterio y el total de puntos entre todos los criterios; de esta información se obtuvo el peso relativo de los criterios de diseño, siendo éste la razón entre los puntos obtenidos por dicho criterio y el puntaje total de todos los criterios.

Después se utilizaron matrices de decisión para lograr elegir la mejor propuesta disponible. Se evaluaron las diversas propuestas para cada sistema con los criterios de diseño elegidos anteriormente y acorde a las especificaciones, requerimientos y observaciones del problema. Se utilizó una escala de cinco números para evaluar cada concepto, donde la mejor evaluación se representa con un cuatro y la peor evaluación es indicada con un cero.

Gran parte de los criterios de diseño y propuestas se evaluaron conforme a la experiencia, para lo cual se colocó la indicación EXP. Lo anterior debido a que el método empleado requiere de una magnitud para complementar el análisis de decisión entre propuestas, sin embargo, no todos los criterios de diseño se pueden medir apropiadamente.

#### 7.1.1. Asiento

Para este sistema los criterios de diseño se centraron en encontrar la perfecta relación entre costo y comodidad. Se consideró como primordial el costo del sistema, además de que buscó mejorar la comodidad del usuario.

	Costo	Comodidad	Dimensiones	Rigidez	Carga Soportada	Suma	Peso Relativo
Costo	-	1	1	1	1	4	0.4
Comodidad	0	-	1	1	1	3	0.3
Dimensiones	0	0	-	1	0	1	0.1
Rigidez	0	0	0	-	0	0	0
Carga Soportada	0	0	1	1	-	2	0.2
Total						10	

*Tabla 15 Criterios de Diseño y Pesos Relativos del Asiento*

Después de elegir los criterios de diseño se procedió a elegir el concepto mediante una matriz de decisión. El concepto elegido fue el de la propuesta # 2 como se muestra en la *Tabla 16*. Se considera que el concepto elegido cumple perfectamente con una relación costo comodidad deseable, además de que llega a soportar una carga similar a las demás propuestas.

Elegido el concepto se procederá a modelarse en un software CAD para comprender mejor su configuración y función dentro de la bicicleta.

Criterios de diseño	Peso Relativo	Unidades	Propuesta # 1			Propuesta # 2			Propuesta # 3			
			Magnitud	Calif (Esc)	Valor	Magnitud	Calif (Esc)	Valor	Magnitud	Calif (Esc)	Valor	
Menor costo (producción en masa)	0.4	\$	35	2	0.8	15	3	1.2	60	1	0.4	
Mayor Comodidad	0.3	Comodidad	EXP	3	0.9	EXP	4	1.2	EXP	2	0.6	
Mayores Dimensiones	0.1	mm	EXP	2	0.2	EXP	3	0.2	EXP	1	0.1	
Mayor carga Soportada	0.2	Kg	100	3	0.6	80	2	0.4	100	3	0.6	
					<b>2.5</b>				<b>3.0</b>			

*Tabla 16 Matriz de Decisión para el Concepto del Asiento*

### 7.1.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento

Para este sistema, los criterios de diseño derivaron tanto de los requerimientos del usuario directo, como del indirecto. Se consideró como primordial evitar lo más posible el desgaste sobre el tubo del asiento, además de que se priorizó el tiempo de ajuste para ayudar al usuario a ajustar el sistema con mayor facilidad.

	Costo	Desgaste del Tubo del Asiento	Tiempo de Ajuste	Dificultad para ser Vandalizado	Cantidad de Piezas	Suma	Peso Relativo
Costo	-	0	0	1	1	2	0.2
Desgaste del Tubo del Asiento	1	-	1	1	1	4	0.4
Tiempo de Ajuste	1	0	-	1	1	3	0.3
Dificultad para ser Vandalizado	0	0	0	-	1	1	0.1
Canitdad de Piezas	0	0	0	0	-	0	0
Total						10	

*Tabla 17 Criterios de Diseño y Pesos Relativos del Sistema de sujeción del Tubo del Asiento*

Después de elegir los criterios de diseño se procedió a elegir el concepto mediante una matriz de decisión. El concepto con una mayor calificación fue la propuesta # 1 como se muestra en la *Tabla 18* ya que este concepto evita en mayor parte el desgaste en el tubo del asiento, tiene un tiempo de ajuste de 2 segundos, además de ser considerado el menos propenso a ser afectado por vandalismo.

Elegido el concepto se procederá a modelarse en un software CAD para contemplar un modelo tridimensional que ayude a comprender su funcionamiento.

Criterios de diseño	Peso Relati	Unidades	Propuesta # 1			Propuesta # 2			Propuesta # 3					
			Magnitud	Calif (Esc)	Valor	Magnitud	Calif (Esc)	Valor	Magnitud	Calif (Esc)	Valor			
Menor costo (producción en masa)	0.2	\$	EXP	2	0.4	EXP	3	0.6	EXP	4	0.8			
Menor desgaste sobre el tubo del asiento	0.4	Raspaduras	EXP	4	1.6	EXP	4	1.6	EXP	1	0.4			
Menor tiempo de Ajuste	0.3	seg	2	4	1.2	3	3	0.9	3	3	0.9			
Mayor dificultad para ser Vandalizado	0.1	Movimientos para ser desajustado	EXP	4	0.4	EXP	3	0.3	EXP	1	0.1			
					<b>3.6</b>						<b>3.4</b>			<b>2.2</b>

*Tabla 18 Matriz de Decisión para el Concepto del Sistema de Sujeción del tubo del Asiento*

### 7.1.3. Sistema de Carga

Para este sistema se consideró que la sujeción es la principal prioridad. Además, según las especificaciones del usuario indirecto y las conclusiones del análisis del problema, la vida útil del sistema juega un papel de vital importancia.

Como se observa en la *Tabla 19*, la sujeción que llegue a tener el sistema es importante, ya que se encontró en la etapa de prototipo rápido que los sistemas de carga cumplen con la función de sostener, sin embargo no todos cumplen con la función de sujetar la carga. La sujeción es lo que define al sistema de carga cuando se transita terreno irregular en la bicicleta.

	Costo	Sujeción	Dimensiones	Carga Soportada	Vida Útil	Suma	Peso Relativo
Costo	-	0	1	1	0	2	0.2
Sujeción	1	-	1	1	1	4	0.4
Dimensiones	0	0	-	0	0	0	0
Carga Soportada	0	0	1	-	0	1	0.1
Vida Útil	1	0	1	1	-	3	0.3
Total						10	

*Tabla 19 Criterios de Diseño y Pesos Relativos del Sistema de Carga*

El concepto con una mayor calificación fue la propuesta # 1 como se muestra en la matriz de decisión de la *Tabla 20* ya que este concepto contempla un gasto mínimo al estar compuesto principalmente de material de reúso (cámaras usadas de bicicleta), además de que tiene la mejor sujeción de todos los conceptos. A pesar de lo anterior, debido a la necesidad de contemplar un sistema de carga eficiente se eligió que la propuesta # 2 puede ser una opción complementaria para el diseño del sistema. Finalmente se decidió elegir ambas propuestas como un sistema de carga complementario.

Elegidos los conceptos se procederá a modelarse ambos en un software CAD para contemplar un modelo tridimensional que ayude a comprender su funcionamiento y su función dentro de la bicicleta.

Criterios de diseño	Peso Relativo	Unidades	Propuesta # 1			Propuesta # 2			Propuesta # 3					
			Magnitud	Calif (Esc)	Valor	Magnitud	Calif (Esc)	Valor	Magnitud	Calif (Esc)	Valor			
Menor costo (producción en masa)	0.2	\$	10	4	0.8	80	3	0.6	200	1	0.2			
Mejor sujeción	0.4	Sujeción	EXP	4	1.6	EXP	3	1.2	EXP	2	0.8			
Mayor Vida Útil	0.3	años	0.5	2	0.6	1	3	0.9	2	4	1.2			
Mayor carga Soportada	0.1	Kg	20	3	0.3	20	2	0.2	30	4	0.4			
					<b>3.3</b>						<b>2.9</b>			<b>2.6</b>

*Tabla 20 Matriz de Decisión para el Concepto del Sistema de Carga*

#### 7.1.4. Timbre

Para este sistema se consideró que la necesidad de ajuste es la principal prioridad. Se entiende como necesidad de ajuste al número de veces en determinado tiempo que el timbre tenga que ser reajustado y pueda funcionar con normalidad. Además de que para evitar que el timbre se voltee, es necesario considerar el método de sujeción empleado.

Como se observa en la *Tabla 21*, la necesidad de ajuste es importante ya que el problema se basa en un fenómeno provocado por el desajuste derivado el uso del timbre.

	Costo	Necesidad de Ajuste	Sujeción a la Bicicleta	Perímetro de Funcionamiento	Cantidad de Piezas	Suma	Peso Relativo
Costo	-	0	0	1	1	2	0.2
Necesidad de Ajuste	1	-	1	1	1	4	0.4
Sujeción a la bicicleta	1	0	-	1	1	3	0.3
Perímetro de Funcionamiento	0	0	0	-	1	1	0.1
Cantidad de Piezas	0	0	0	0	-	0	0
Total						10	

*Tabla 21 Criterios de Diseño y Pesos Relativos del Timbre*

Después de elegir los criterios de diseño se procedió a elegir el concepto mediante una matriz de decisión. El concepto con una mayor calificación fue la propuesta # 3 como se muestra en la *Tabla 22*. El concepto número tres logra resolver el problema inicial, tiene un número de piezas reducido y tienen la posibilidad de ser sustituidos en caso de falla. También contempla un método de sujeción que requeriría un menor número de ajustes en determinado lapso de tiempo debido a la naturaleza de su manipulación y a que se encuentra sujeto a la palanca de freno. La palanca de freno tiene una mejor sujeción debido a que su accionamiento principalmente contempla fuerzas que no crean momento sobre el eje de sujeción, además de tener un área de contacto mayor a la de los accesorios tradicionales de bicicleta.

Elegido el concepto se procederá a modelarse en un software CAD para contemplar un modelo tridimensional que ayude a comprender su funcionamiento y a definir una configuración.

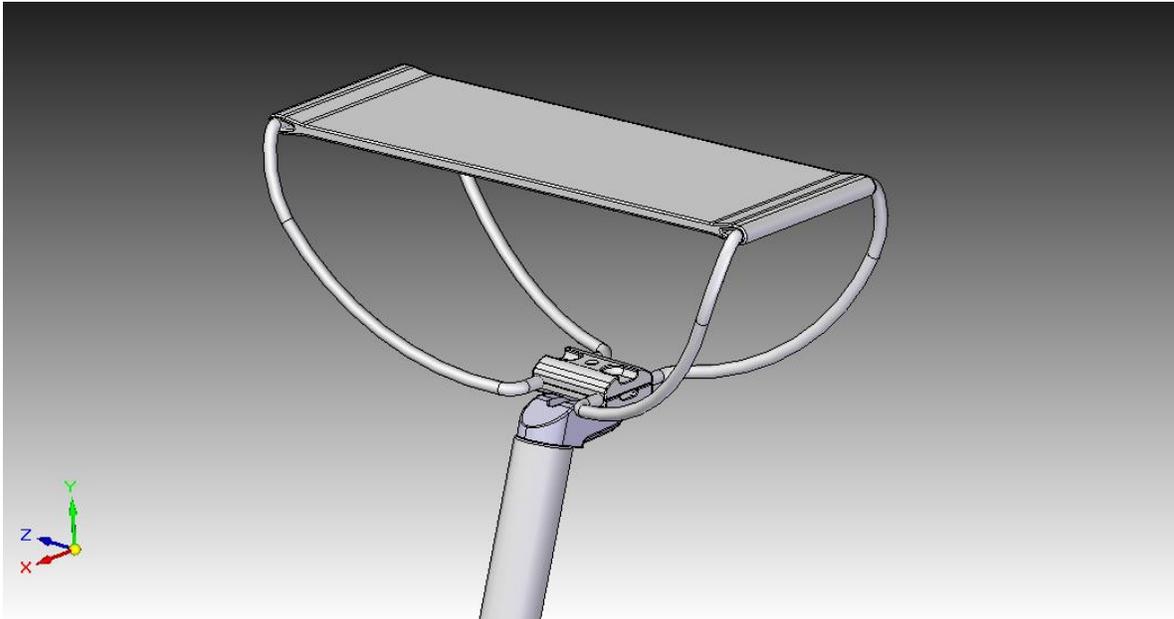
Criterios de diseño	Peso Relativo	Unidades	Propuesta # 1			Propuesta # 2			Propuesta # 3				
			Magnitud	Calif (Esc)	Valor	Magnitud	Calif (Esc)	Valor	Magnitud	Calif (Esc)	Valor		
Menor costo (producción en masa)	0.2	\$	45	2	0.4	55	1	0.2	20	4	0.8		
Menor necesidad de Ajuste	0.4	N/A	EXP	3	1.2	EXP	3	1.2	EXP	3	1.2		
Mejor Sujeción a la Bicicleta	0.3	N/A	EXP	4	1.2	EXP	4	1.2	EXP	4	1.2		
Mayor perímetro de funcionamiento	0.1	m	5	4	0.4	3	2	0.2	4	3	0.3		
					<b>3.2</b>				<b>2.8</b>				<b>3.5</b>

*Tabla 22 Matriz de Decisión para el Concepto del Timbre*

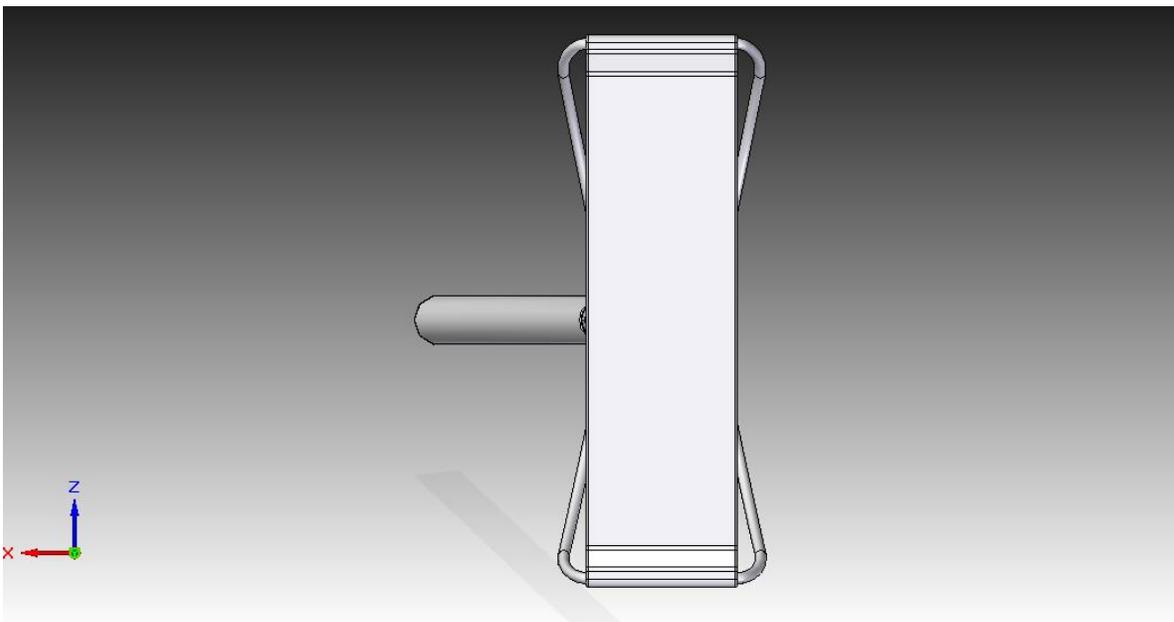
## 7.2. Modelado en Software CAD

En esta etapa se modeló cada propuesta en un software CAD con el objetivo de tener presente sus propiedades físicas en un espacio tridimensional, por ejemplo: su función dentro de la bicicleta, dimensiones, acabados y el número de piezas que los componen. Además, se perfeccionaron algunos detalles derivados de la etapa de prototipo rápido.

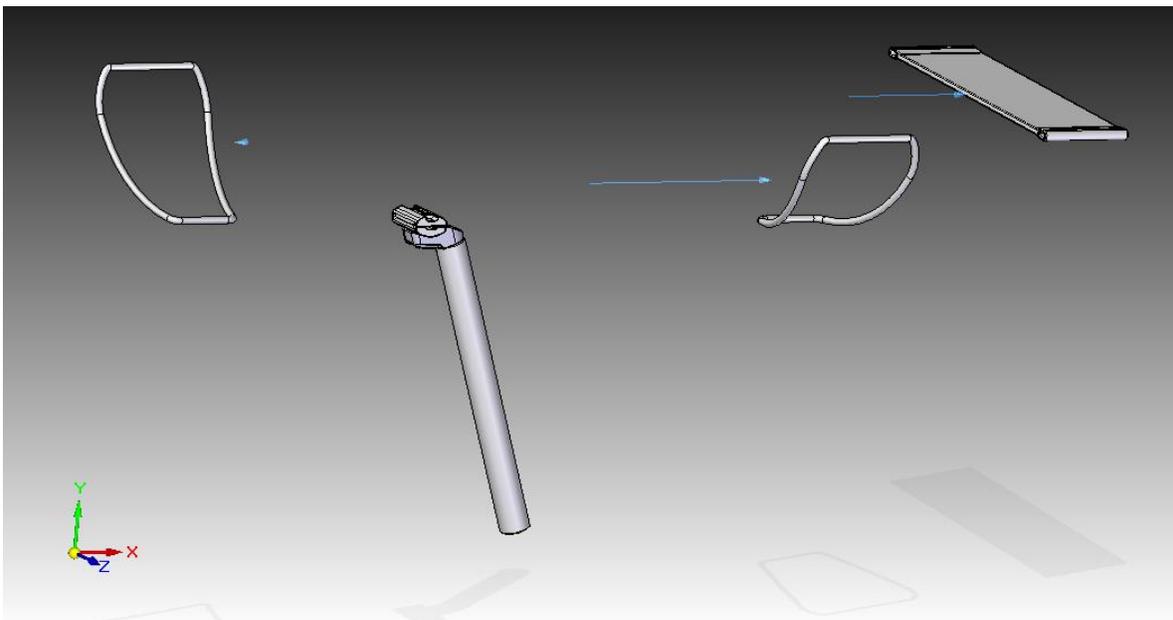
### 7.2.1. Asiento



*Fig. 7-1. Modelo en 3D del Asiento*



*Fig. 7-2. Modelo en 3D del Asiento*



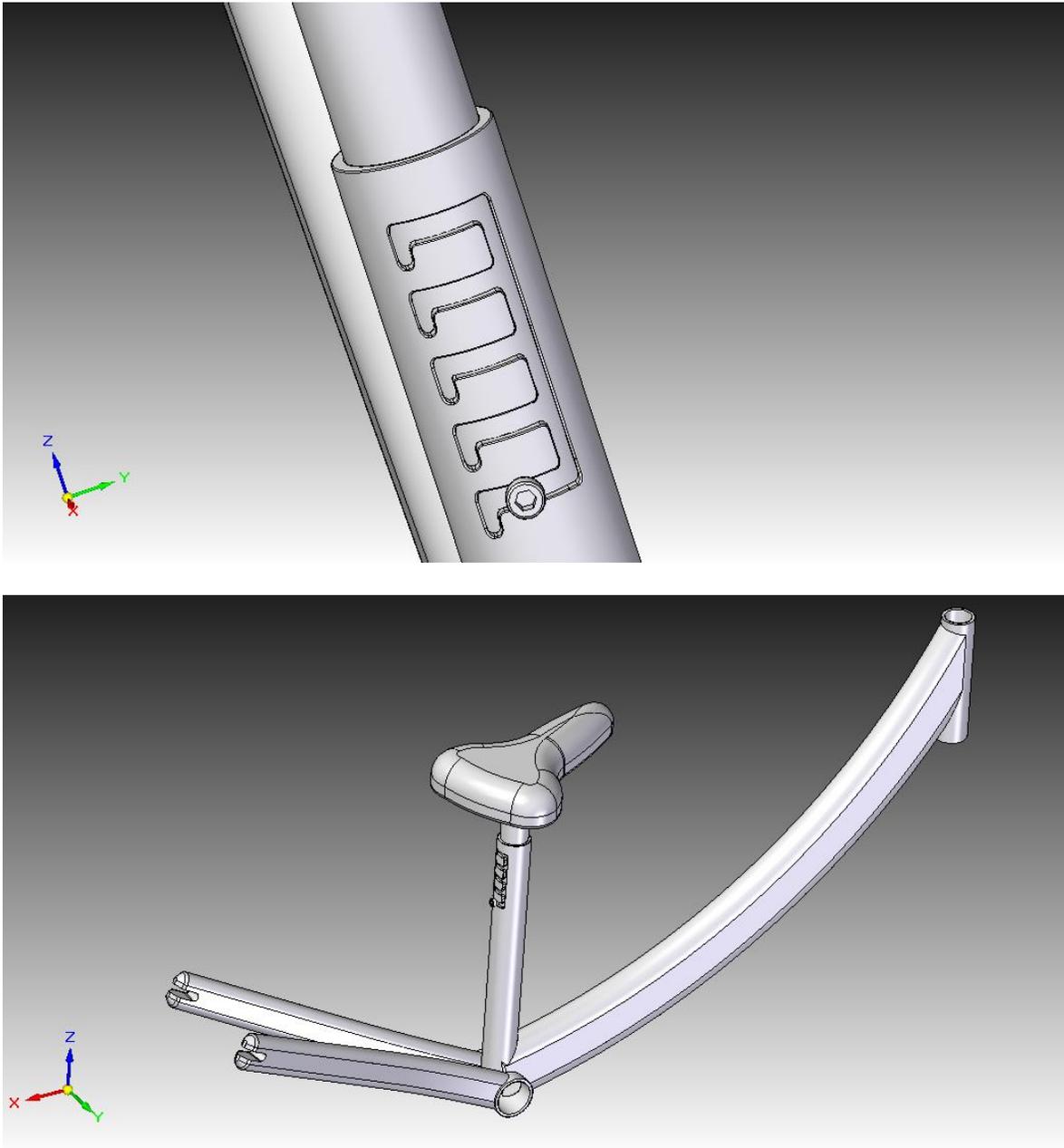
*Fig. 7-3. Modelo en 3D del Asiento*

Como se puede apreciar en las *Figuras 7-1, 7-2, 7-3*, el asiento propuesto se compone de tres piezas, dos estructuras metálicas simétricas unidas en el borde superior por una cubierta de tela o tejido. Se utiliza un principio de sujeción distinto al utilizado por los asientos comunes, lo que da paso a la innovación en el campo.

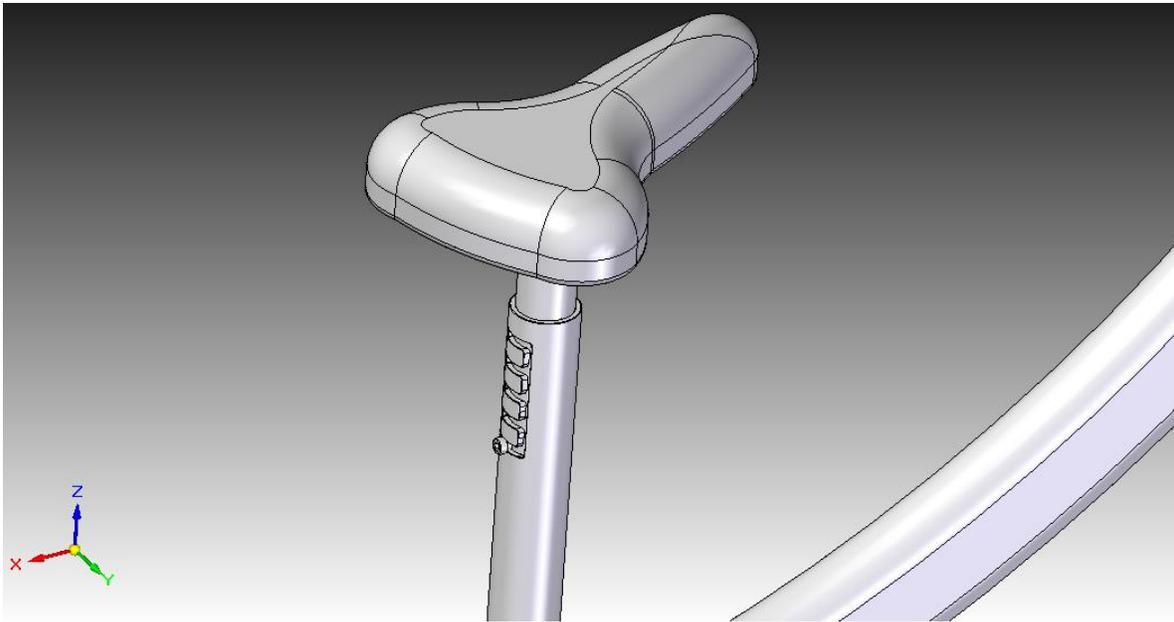
Piezas de las que se compone:

- Estructura metálica sujeta al tubo del asiento.
- Tela o cordón.

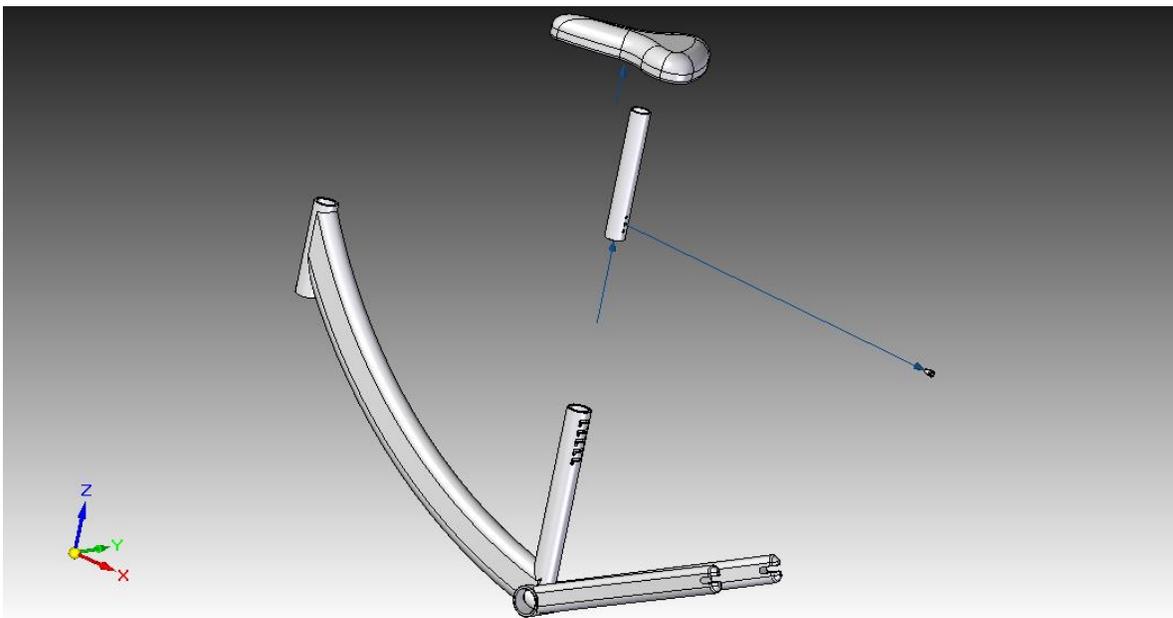
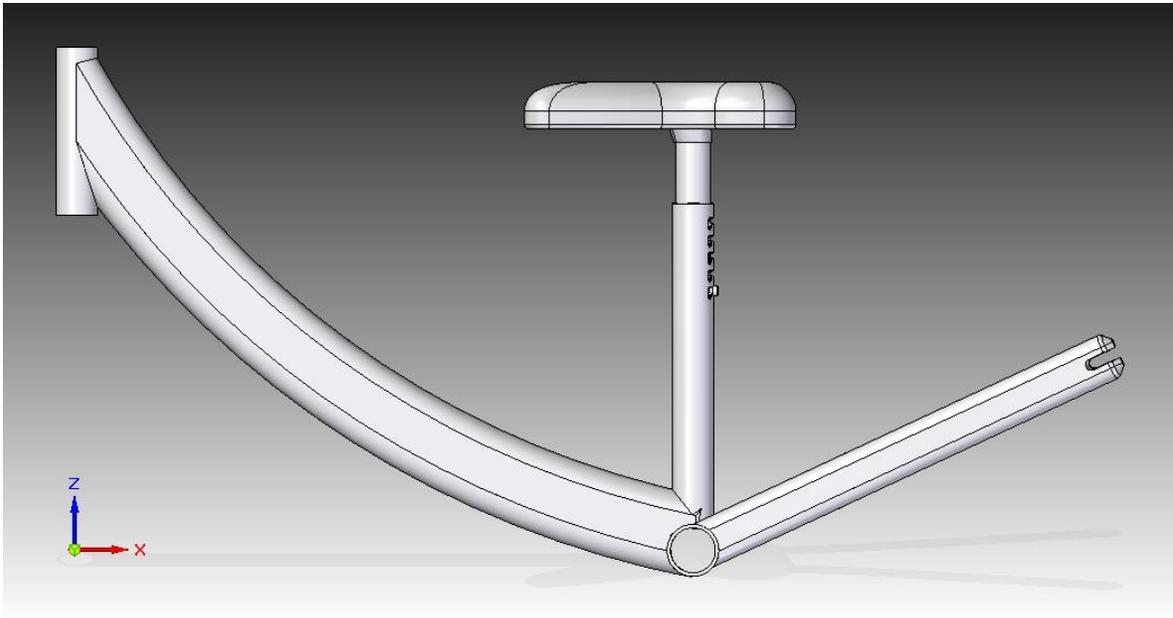
### 7.2.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento



*Fig. 7-4. Modelo en 3D del Sistema de Sujeción del Asiento*



*Fig. 7-5. Modelo en 3D del Sistema de Sujeción del Asiento*



*Fig. 7-6. Modelo en 3D del Sistema de Sujeción del Asiento*

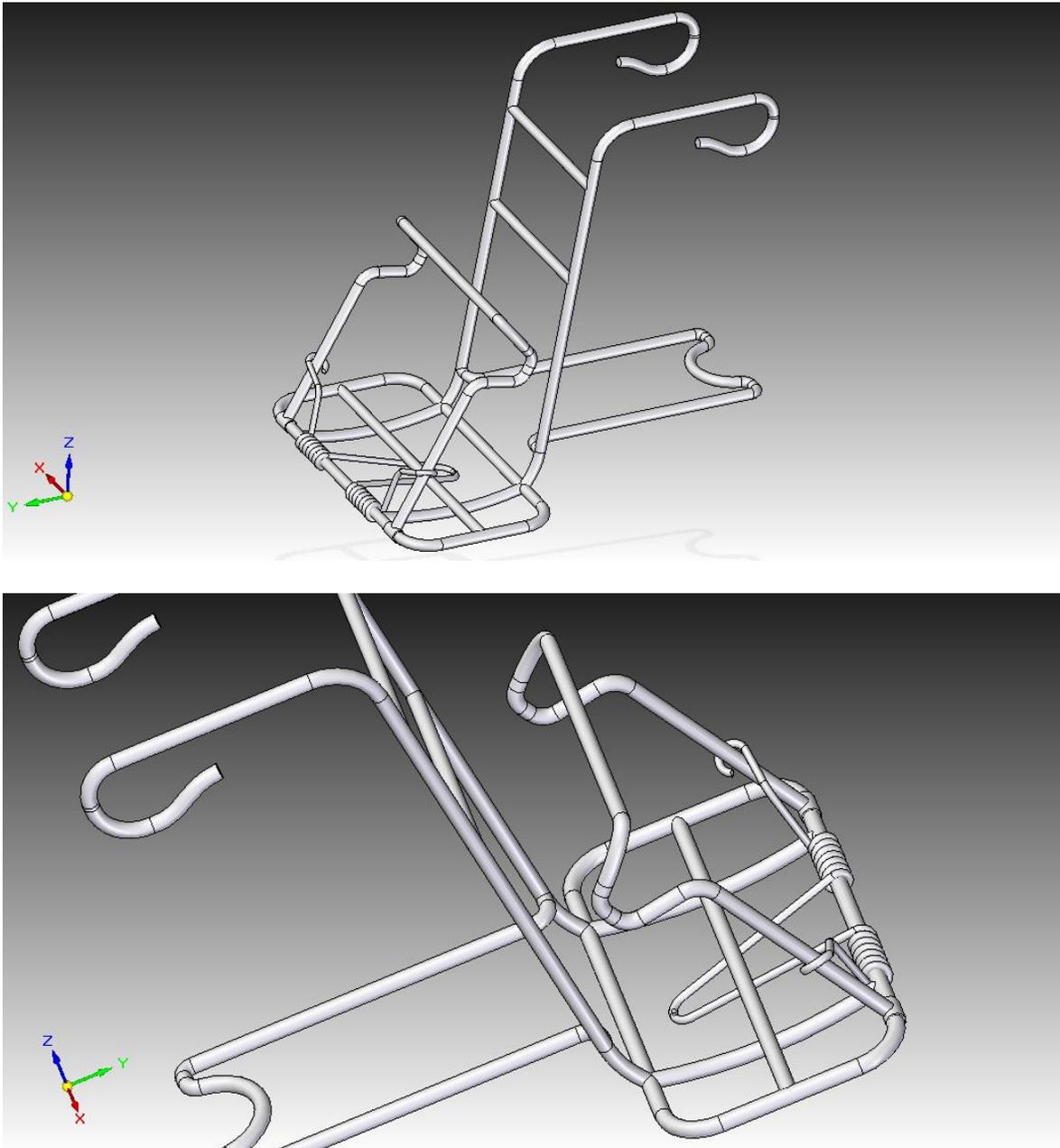
Como se puede apreciar en las *Figuras 7-4, 7-5, 7-6*, el sistema se compone de tres piezas principalmente y se basa en el sistema de sujeción por bayoneta.

:

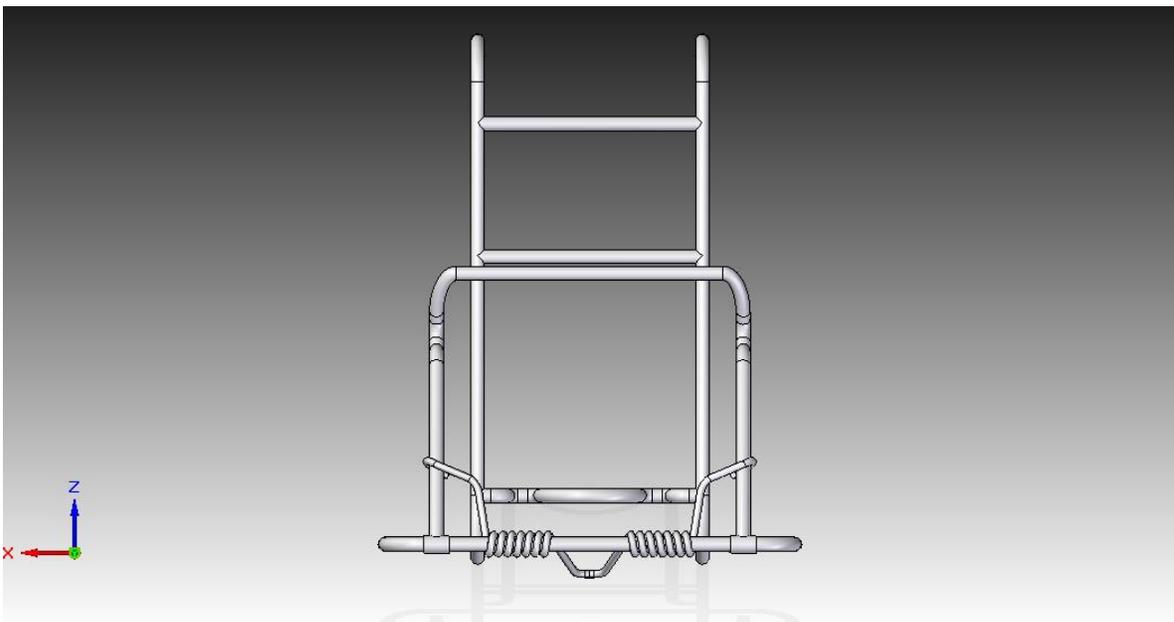
Piezas de las que se compone:

- Perno
- Tubo del asiento (cuadro)
- Tubo que sostiene al asiento.

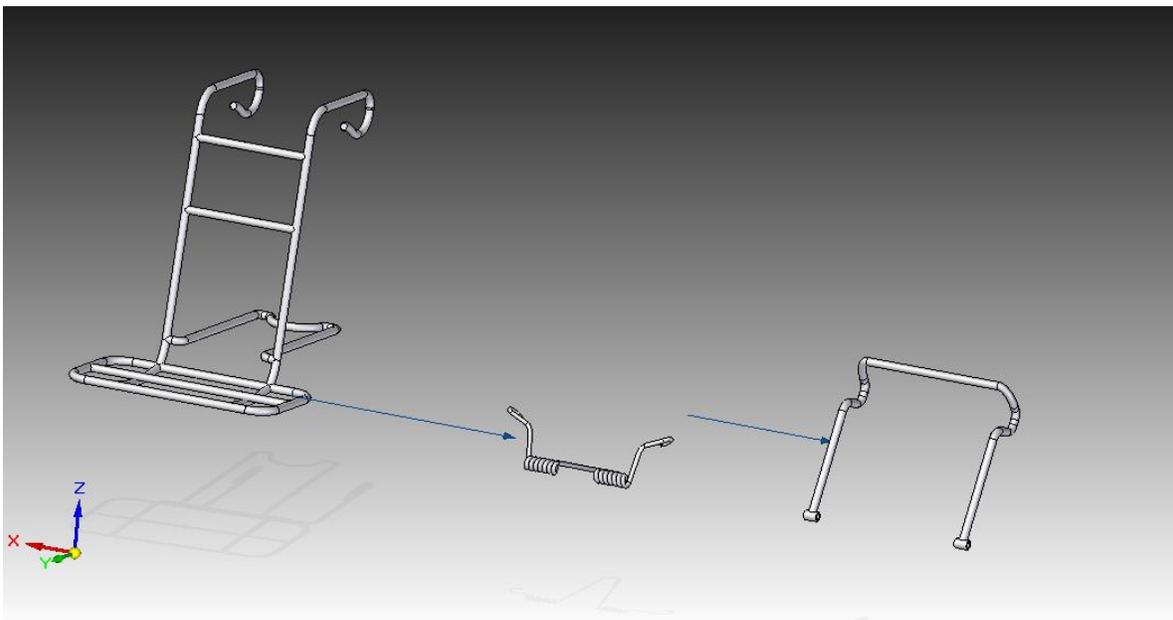
### 7.2.3. Sistema de Carga



*Fig. 7-7. Modelo en 3D del Sistema de Carga 1*



*Fig. 7-8. Modelo en 3D del Sistema de Carga 1*

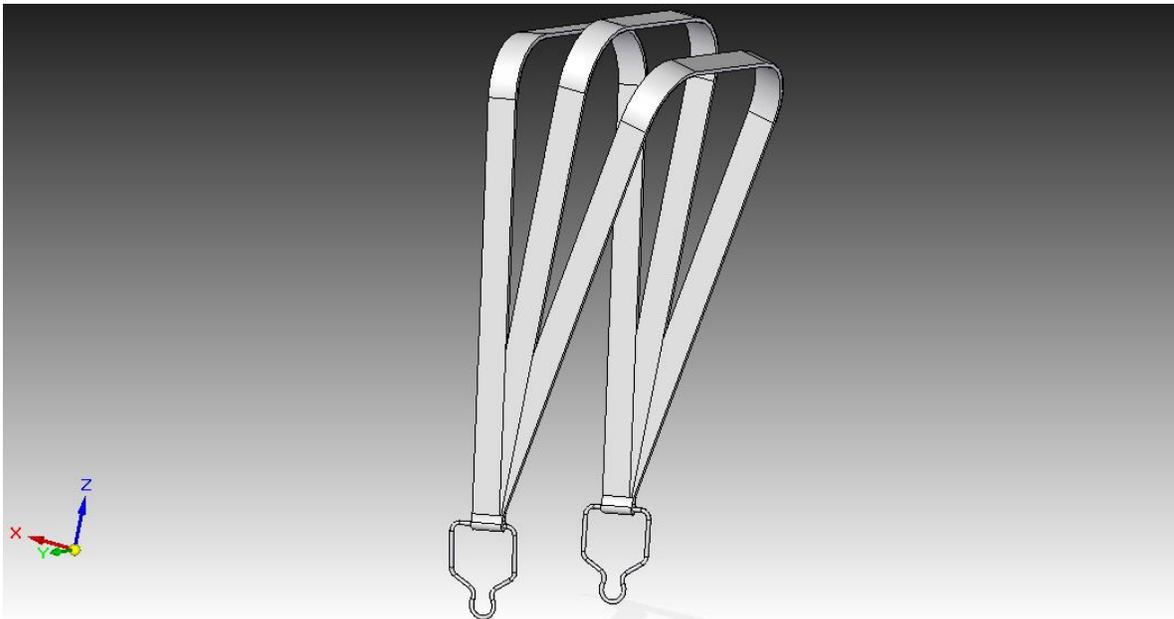


*Fig. 7-9. Modelo en 3D del Sistema de Carga 1*

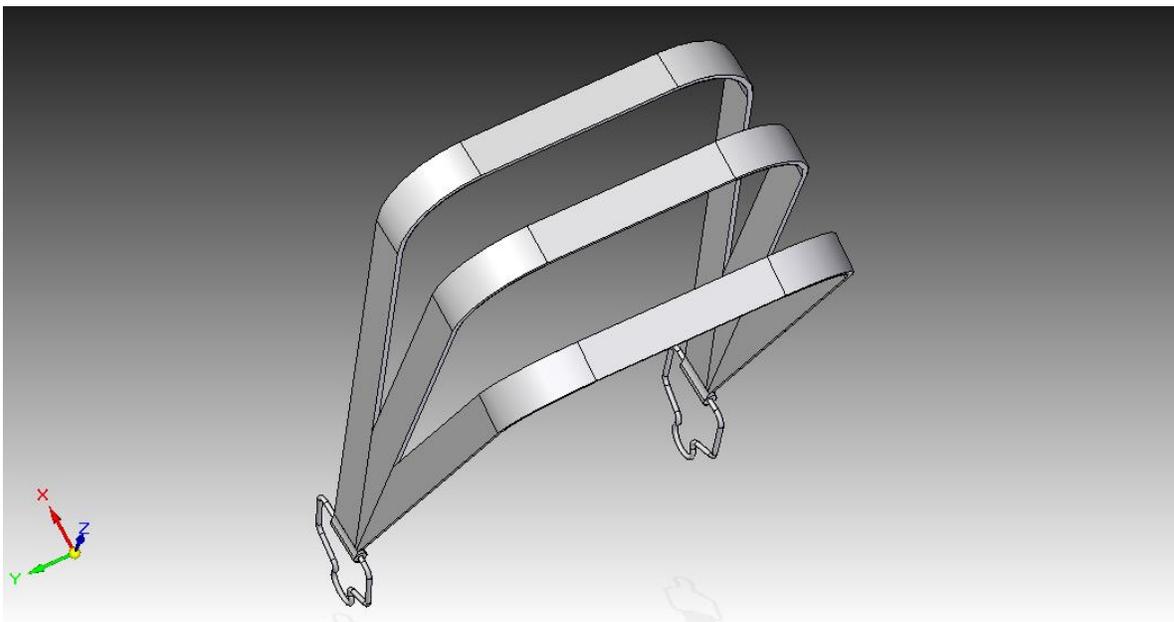
Como se observa en las Figuras 7-7, 7-8, 7-9, una de las propuestas para el sistema de carga contiene un resorte torsional que ayuda en la sujeción de la carga que se pretende transportar.

Piezas de las que se compone:

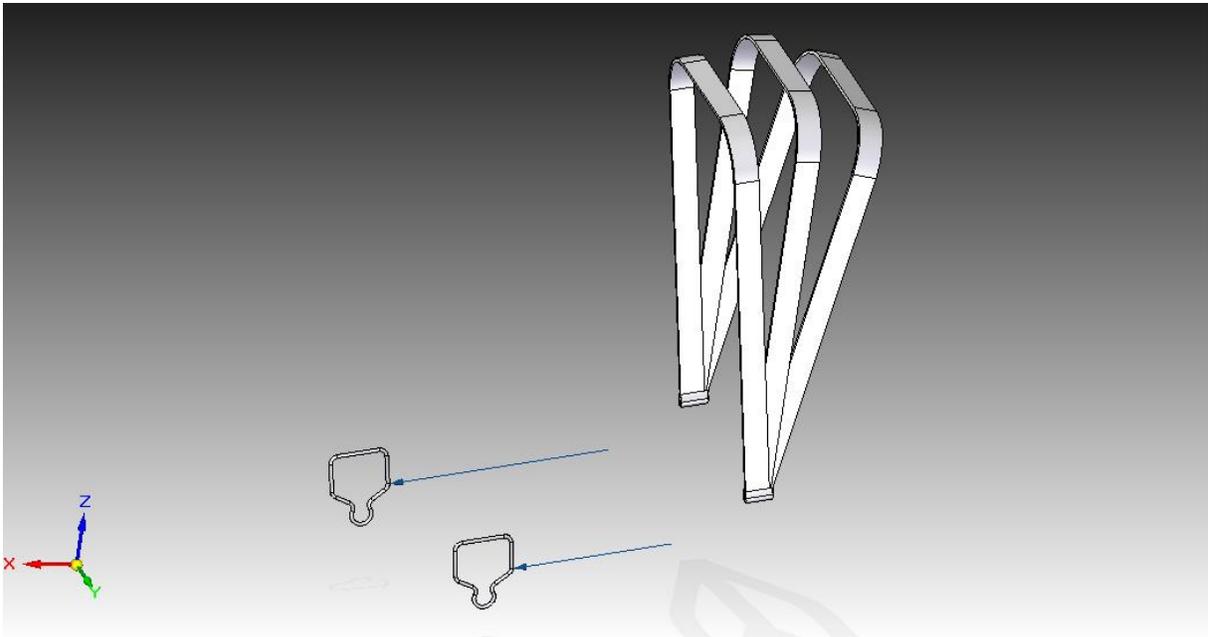
1. Estructura metálica sujeta a la bicicleta
2. Estructura metálica de agarre
3. Resorte



*Fig. 7-10. Modelo en 3D del Sistema de Carga 2*



*Fig. 7-11. Modelo en 3D del Sistema de Carga 2*



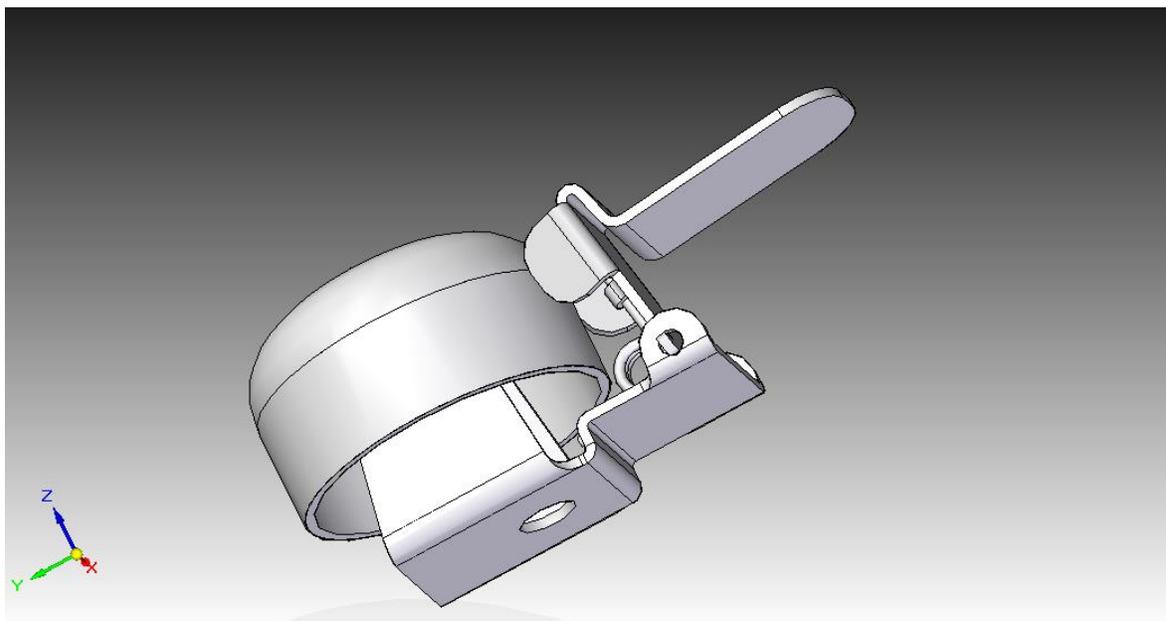
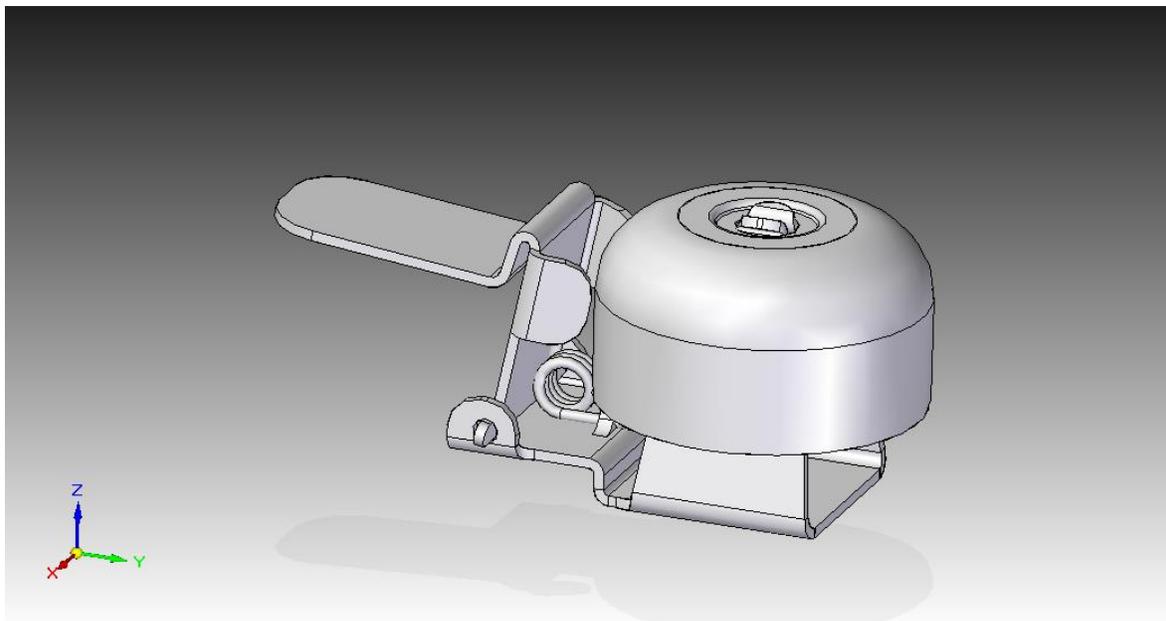
*Fig. 7-12. Modelo en 3D del Sistema de Carga 2*

La segunda propuesta para el sistema de carga se observa en las Figuras 7-10, 7-11, 7-12. La propuesta mantiene un diseño tradicional de tirantes sujetadores sin embargo está pensado para que los tirantes sean fabricados con material de reúso como son las cámaras usadas de las bicicletas.

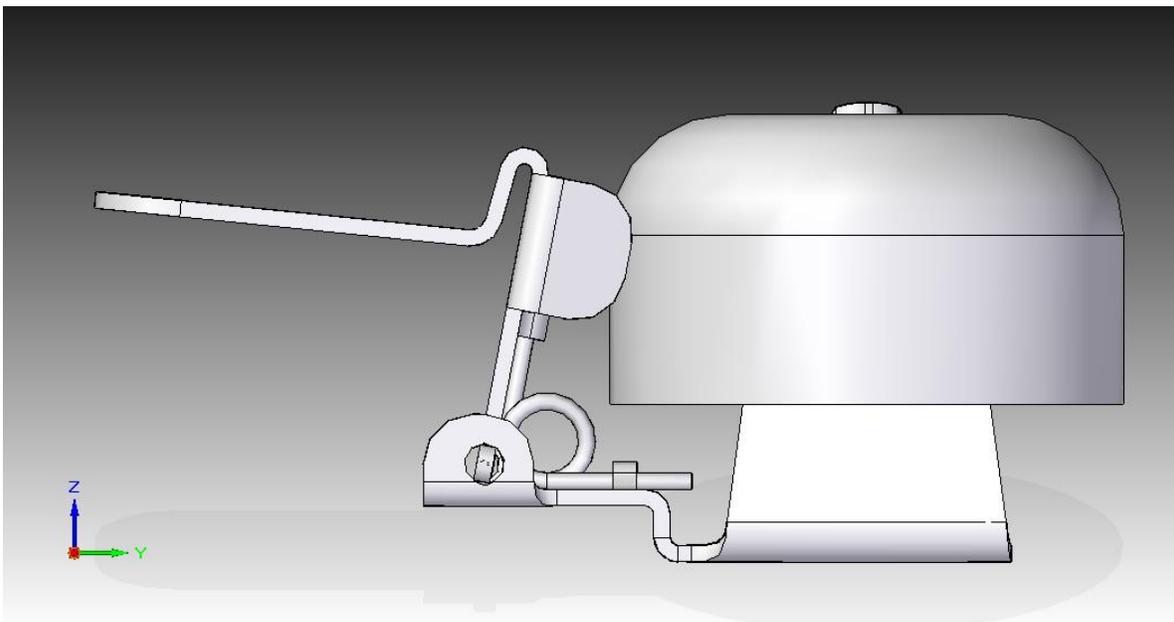
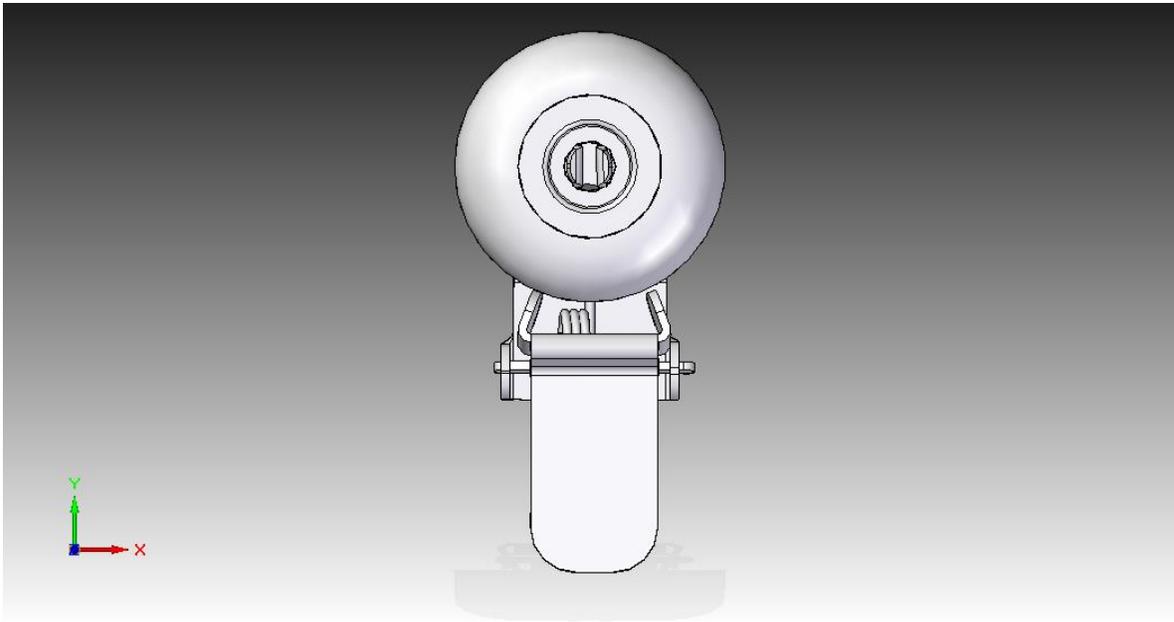
Piezas de las que se compone:

1. Argollas metálicas
2. Tirantes de hule

#### 7.2.4. Timbre



*Fig. 7-13. Modelo en 3D del Timbre*



*Fig. 7-14. Modelo en 3D del Timbre*

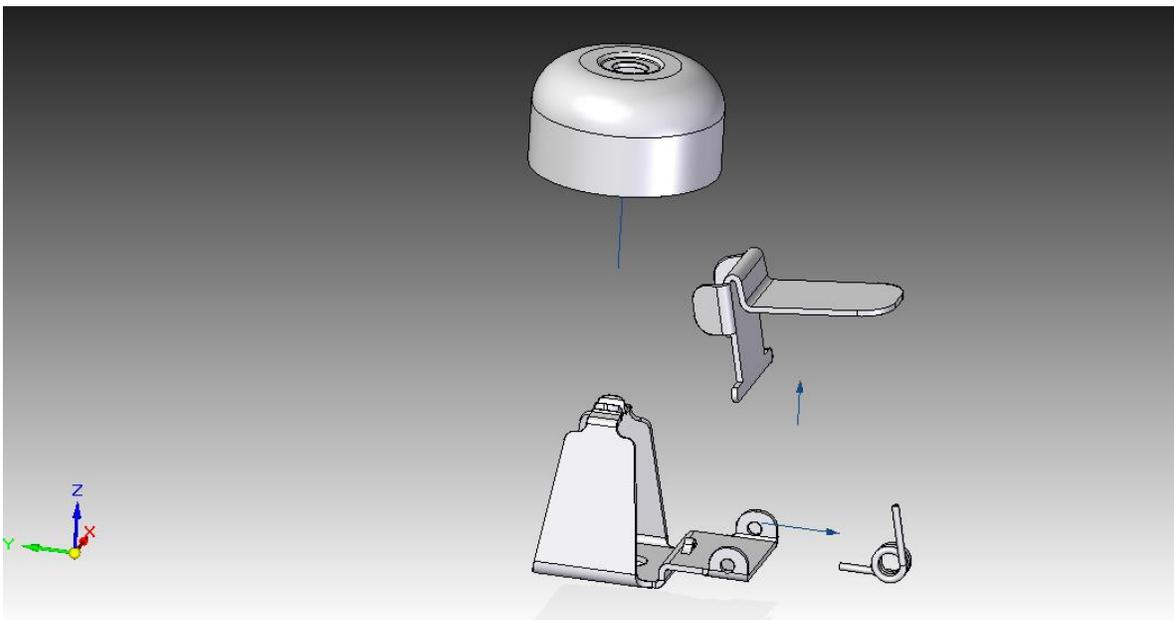
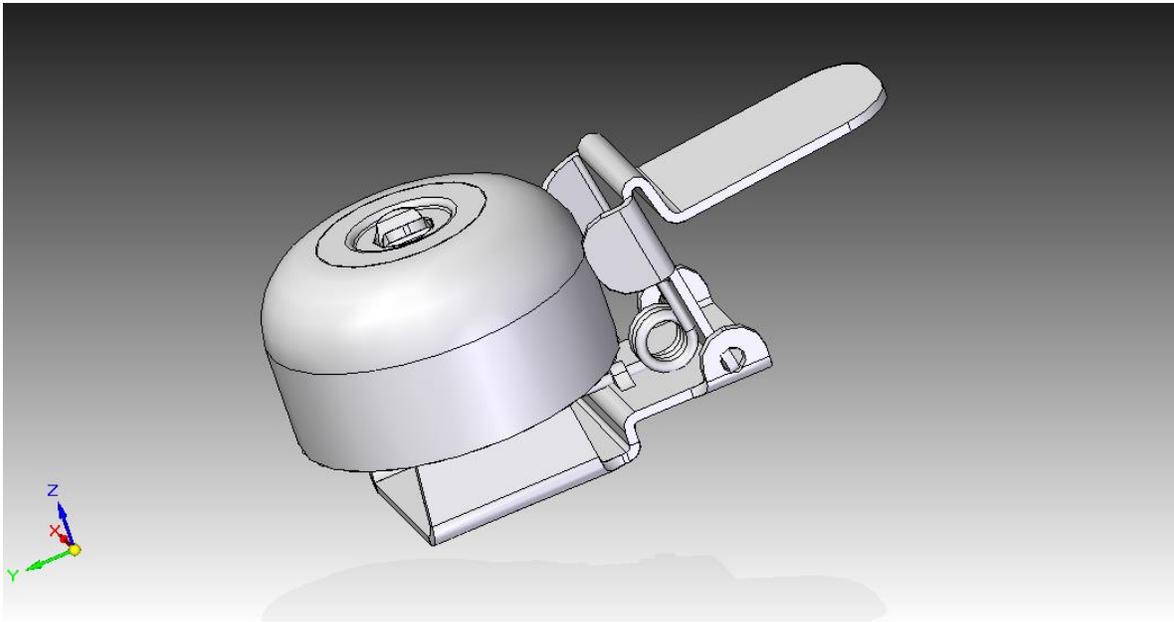
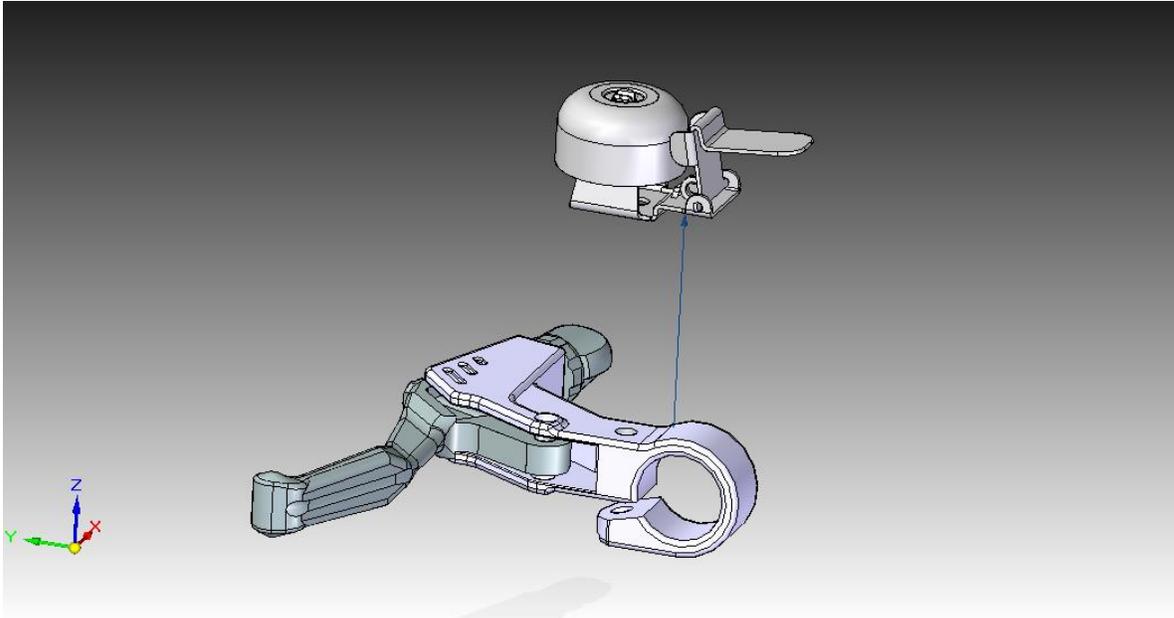


Fig. 7-15. Modelo en 3D del Timbre



*Fig. 7-16. Modelo en 3D del Timbre*

Como se muestra en las Fig. 88, el timbre propuesto se adapta a cualquier palanca de freno disponible en el mercado con el mismo perno utilizado para el ajuste de la misma.

Piezas de las que se compone:

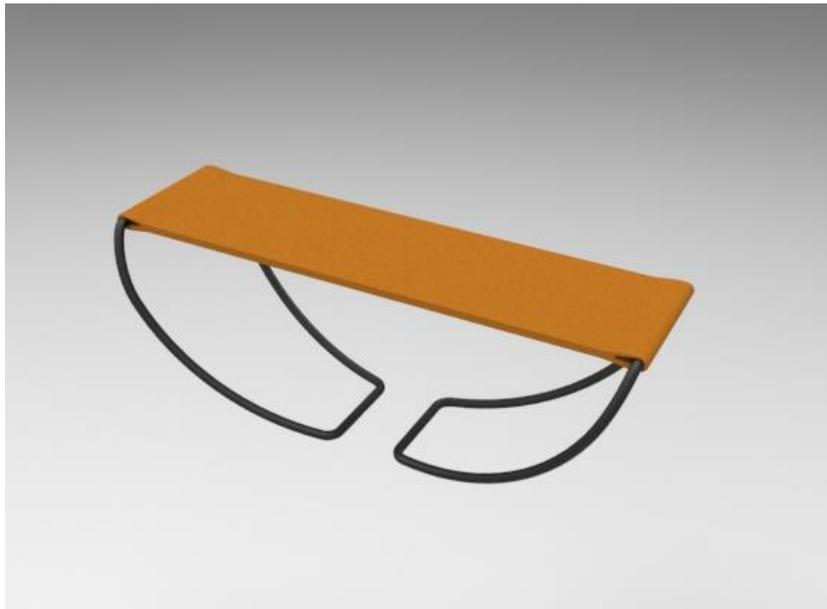
1. Base sujeta a la palanca de freno (estructura principal)
2. Martinete
3. Campana
4. Resorte

### 7.3. Funcionamiento y Análisis de Propuestas de Configuración

En esta etapa se explica detalladamente el funcionamiento, ventajas y desventajas que se encontraron en el diseño de configuración de las propuestas finales.

#### 7.3.1. Asiento

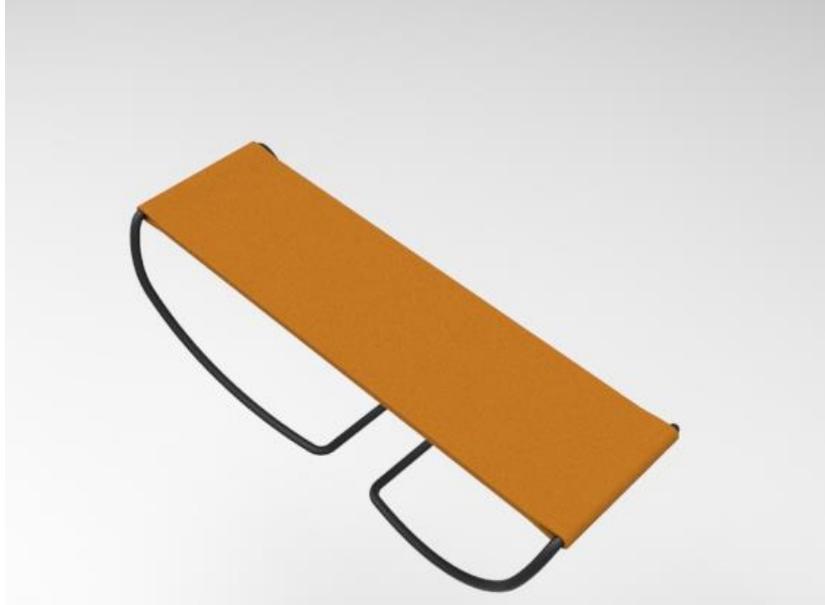
El asiento propuesto tiene un funcionamiento peculiar y contrario a los asientos tradicionales. Los asientos tradicionales sostienen la pelvis del usuario sobre los dos puntos de los que se compone la parte trasera del asiento. Los asientos tradicionales cuentan con una nariz que ayuda al usuario a tener un mejor control de la bicicleta así como una mejor estabilidad. La propuesta de diseño que se muestra en la *Fig. 7-17* contempla que el usuario estará sujeto a un cuerpo tenso entre dos estructuras fijas, con una acción similar a la de una hamaca. Se ha eliminado la nariz del asiento tradicional debido a que se tienen estudios que indican que es un componente que a largo plazo puede ser perjudicial para la salud del usuario, y sólo se ha implementado la parte posterior que sujeta los glúteos del usuario.



*Fig. 7-17. Posición de ensamble del Asiento*

Una de las más grandes ventajas que se visualizó en esta propuesta fue el hecho de que es un asiento cuyo costo final de producción debería ser mucho menor a los asientos tradicionales, haciéndolo accesible para la mayor parte de la población en México. Además de eso, el concepto de sujetar mediante un pedazo de tela, o tejido de mimbre, nylon o demás materiales, hace que el mismo usuario pueda repararlo o inclusive fabricarlo. En México existe una tradición muy antigua en cuanto a muebles, lámparas, camas y otros adornos realizados con una técnica

de tejido (ya sea de hilo, mecate o mimbre), por lo que la presente propuesta ampliaría el panorama para el desarrollo de estos productos.



*Fig. 7-18. Vista superior del Asiento*

A continuación se enuncian algunas otras ventajas que se encontraron en la propuesta del Asiento:

- Comodidad.
- Fácil de adaptar a cualquier bicicleta.
- Fácil Manufactura y Ensamble.
- Bajo Costo.
- Contiene piezas intercambiables (posibilidad de ser reemplazadas).
- Posibilidad de involucrar diversas técnicas y materiales de tejido, actividad recurrente y ampliamente reconocida en México.

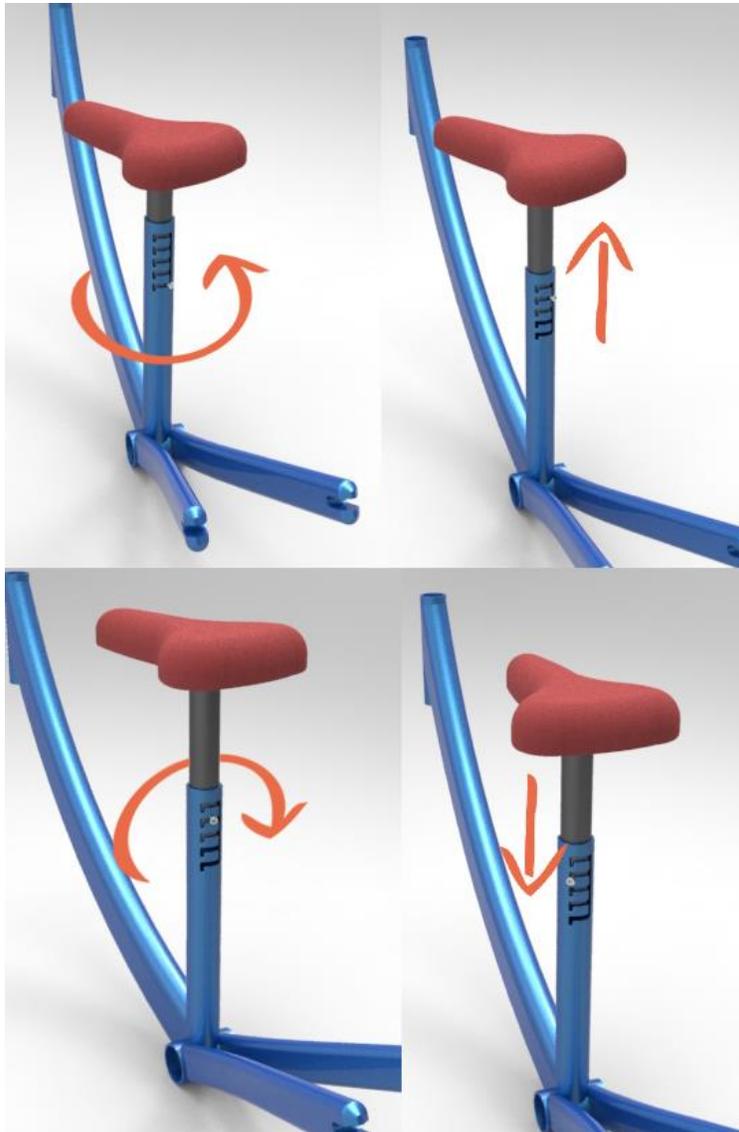
Una de las desventajas que se encontraron fue que el asiento está limitado en cuanto a dimensiones, lo que puede ser una dificultad para las personas con una complexión robusta.

### 7.3.2. Sistema de Sujeción del Tubo del Asiento



*Fig. 7-19. Posición Inicial del Asiento*

La propuesta final de solución para el Sistema de Sujeción del Asiento (*Fig. 7-19*) basa su funcionamiento en el ajuste de tipo bayoneta. Su funcionamiento es simple, de fácil manipulación y rápido ajuste. Se contemplaron 5 niveles diferentes de altura y ajuste para el asiento. Los niveles son seleccionados mediante una serie de movimientos angulares y lineales que siguen los rieles diseñados en el tubo del asiento en el cuadro. El ajuste se complementa con el uso de un perno que se sujeta de los descansos que hay al final de los rieles en cada nivel.



*Fig. 7-20. Instrucciones de Ajuste de Altura del Asiento*

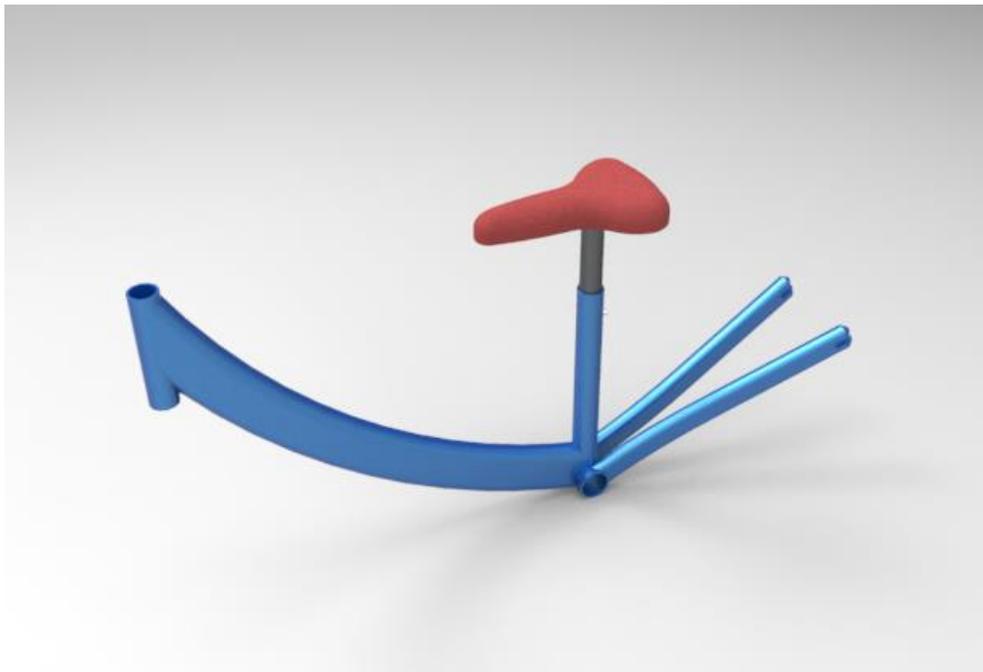
Primero se selecciona el nivel al que se desea modificar la altura del asiento, para posteriormente girar el asiento en sentido anti horario para llevar el perno guía al riel principal. Antes de ello se debe asegurar que el perno se encuentra fuera de los descansos de algún nivel, de no ser así se requiere liberar al perno de los descansos para seguir con el movimiento. Después del giro se levanta el ensamble del asiento sobre el eje longitudinal del tubo. Posteriormente se realiza el mismo movimiento giratorio pero en sentido horario para finalmente ajustar el perno guía en el descanso deseado. (Fig. 7-20)

La geometría de los rieles asegura que el asiento siempre se encontrará en una posición alineada con la bicicleta como se observa en la Fig. 7-21.

Algunas de las ventajas de este diseño son:

- Evita el desgaste por excesivo apriete del tubo del asiento.
- Permite que el usuario ajuste fácil y rápidamente la altura del asiento.
- Evita el robo del tubo del asiento.

Por otra parte, se percibieron algunas desventajas de la propuesta como puede ser el desgaste de los rieles provocado por el perno y la posibilidad de que la concentración de esfuerzos logre que el sistema falle, además de que se agrega un método de manufactura extra a la fabricación del cuadro de la bicicleta.



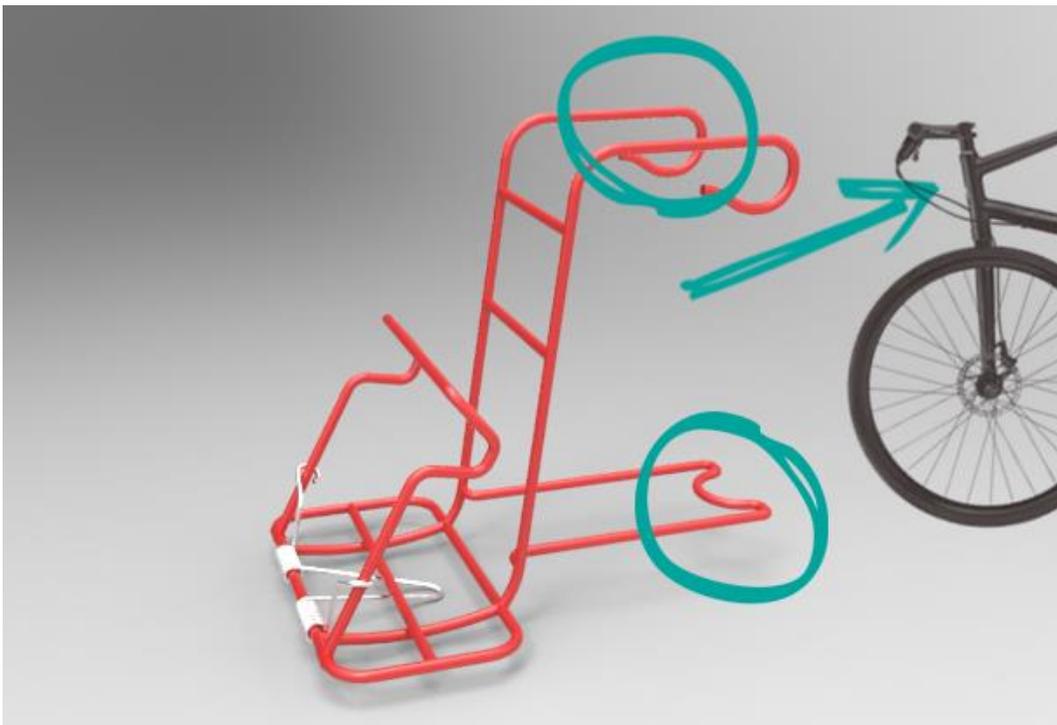
*Fig. 7-21. Posición Final del Asiento*

### 7.3.3. Sistema de Carga

La propuesta # 1 del Sistema de Carga funciona como una pinza de sujeción (*Fig. 7-22*). Un resorte torsional crea la resistencia de la pinza metálica a ser abierta, lo que en consecuencia crea una fuerza contraria que sujeta de una manera eficiente la carga a la estructura principal. La estructura metálica principal se ensambla en la bicicleta enganchándose al manubrio en ambos lados del poste del manubrio (*Fig. 7-23*)



*Fig. 7-22. Propuesta # 1 del Sistema de Carga*

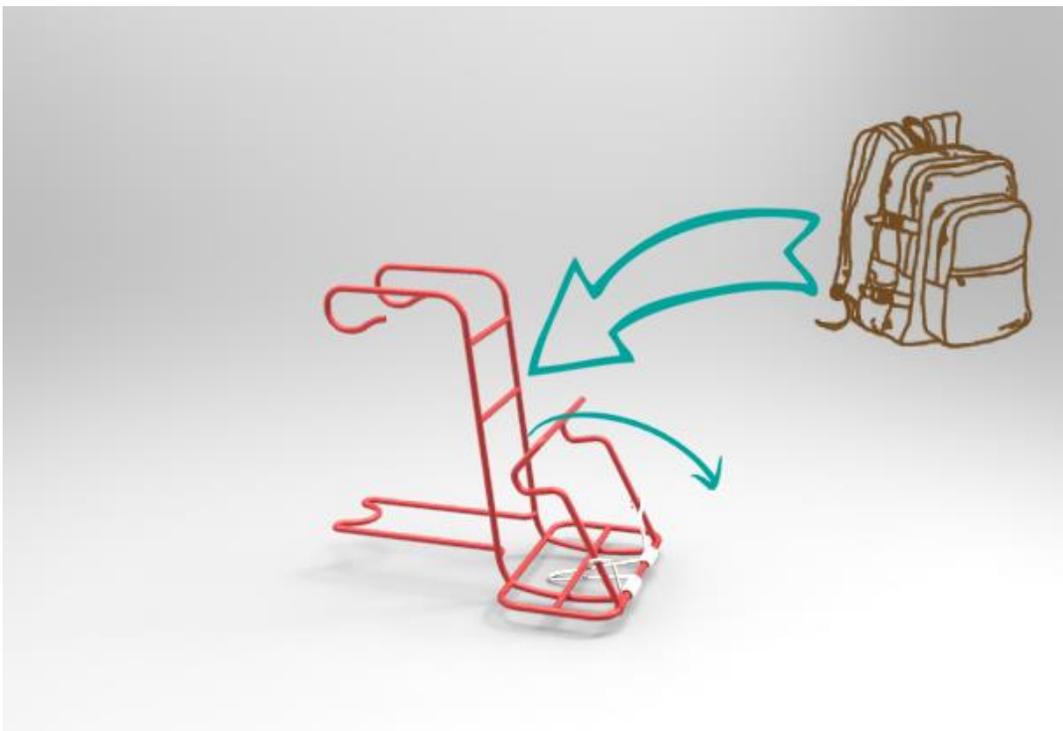


*Fig. 7-23. Sección de la Bicicleta Donde se Coloca el Sistema de Carga*

A continuación se enuncian algunas de las ventajas que se encontraron para la primera propuesta para el Sistema de Carga:

- Buena sujeción.
- Fácil de adaptar a cualquier bicicleta.
- Uso intuitivo, rápido y sencillo.
- Sencilla Manufactura y Ensamble.
- Costo Medio.
- Contiene piezas intercambiables (posibilidad de ser reemplazadas).
- Posibilidad de adaptarle una canastilla extra o unos tirantes para la sujeción.

La desventaja principal para esta propuesta es la vida útil del resorte, ya que todo su funcionamiento se basa en la acción que éste provee.



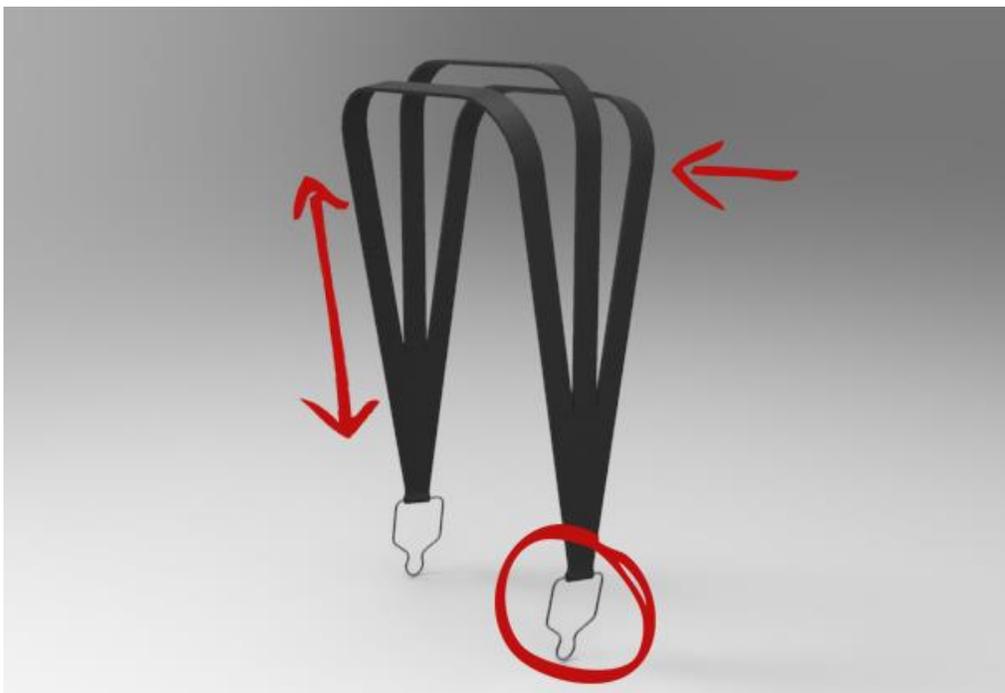
*Fig. 7-24. Instrucciones de Uso del Sistema de Carga*

La propuesta # 2 del Sistema de Carga basa su funcionamiento en las propiedades elásticas del hule. El sistema BICIPUMA tiene un rezago de cámaras para llanta de bicicleta que se almacena y eventualmente se desecha. El diseño propuesto considera la reutilización de las cámaras para crear los tirantes que con ayuda de una parrilla trasera sujetan la carga extra que lleva el usuario. Para tener una mejor sujeción a la bicicleta y también con el fin de ser sencillos de sustituir, los tirantes se unen a una argolla metálica que se sujeta al eje de la rueda trasera.



*Fig. 7-25. Propuesta # 2 del Sistema de Carga*

Las argollas metálicas se insertan en el eje de la maza trasera antes de colocar la tuerca de ajuste.

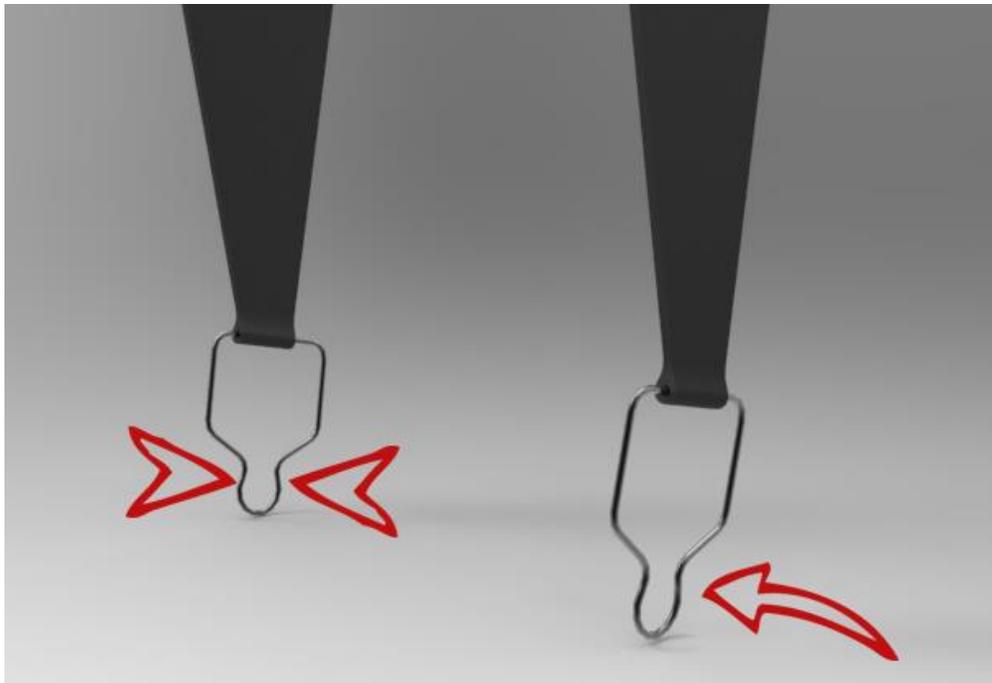


*Fig. 7-26. Funcionamiento de la Propuesta de Sistema de Carga*

Ventajas de la segunda propuesta para el sistema de Carga:

- Fácil Manufactura y Ensamble.
- Bajo Costo.
- Diseño Sustentable.
- El hule tiene propiedades elásticas que le permiten sujetar con suficiente fuerza la carga.
- Contiene piezas intercambiables (posibilidad de ser reemplazadas).

En esta propuesta se encontró una única desventaja que sería el tiempo de vida útil de los tirantes. Para ello se recomienda inspeccionarlos regularmente a detalle para la búsqueda de fallas y gritas provocadas por la humedad del ambiente.

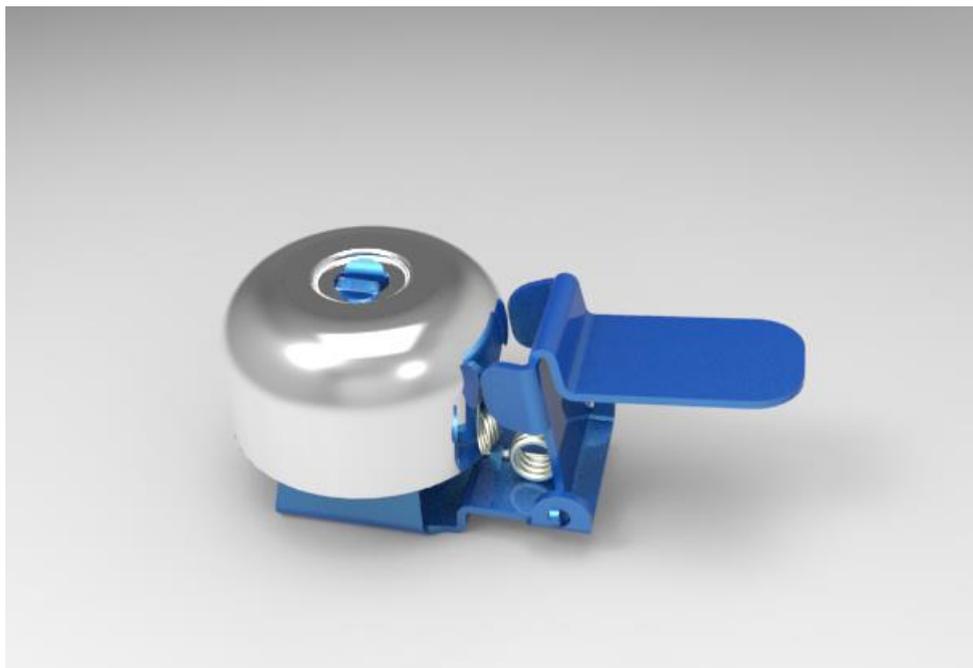


*Fig. 7-27. Argollas metálicas que se Ajustan al Eje de la Maza Trasera*

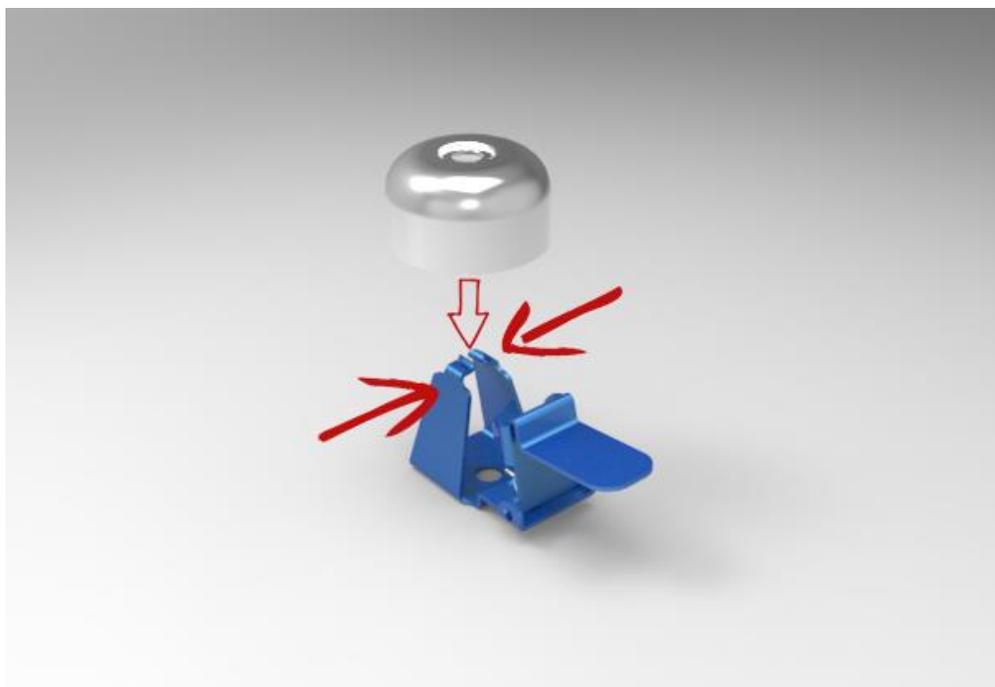
#### 7.3.4. Timbre

El timbre propuesto basa su funcionamiento en el impacto directo que tiene un martinete con una campana. Ambas piezas están unidas a una base que los sujeta, que además tiene un resorte que produce la fuerza que provoca el impacto y por ende la señal sonora por vibración mecánica. El diseño contempla una geometría estándar que se puede producir mediante un proceso de troquelado, además de que contiene un número reducido de piezas. Una de sus más grandes ventajas es la forma en la que se sujeta a la bicicleta, ya que aprovecha el perno

con el que se ajusta la palanca de freno. Esto la hace universal al poder adaptarla a cualquier palanca de freno comercial.



*Fig. 7-28. Propuesta final de timbre*

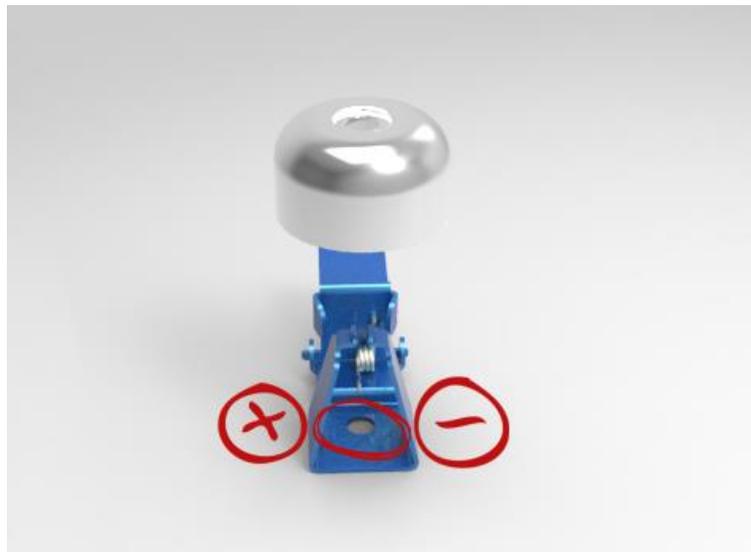


*Fig. 7-29. Método de Sujeción de la Campana*

Ya que no está sujeta al manubrio, no tiene tendencia a girar y se tenga que reajustar. Otra cosa que vale la pena mencionar es la forma en la que la campana se instala en el mecanismo, aprovechando la elasticidad del material y de su geometría. Para instalar la campana, primero se comprimen los sujetadores. Lo anterior para que al introducir la campana, éstos sean los que la sujeten con una fuerza inversa provocada por la necesidad de regresar a su forma habitual. A continuación se enuncian algunas de las ventajas que se encontraron para la propuesta de timbre:

- Fácil Manufactura y ensamble.
- Fácil instalación de la campana.
- Fácil instalación del ensamble sobre una gran gama de palancas de freno.
- El desajuste es mínimo debido a la forma en que se acciona.
- Se contempla un perímetro de funcionamiento de 3 metros mínimo.
- Contiene distintas piezas intercambiables que al no pertenecer a la misma pieza, se pueden reemplazar individualmente en caso de falla.

En esta propuesta no se encontró desventaja alguna, sin embargo el costo de la producción de un nuevo producto como el que se propone puede llegar a ser un factor no deseado.



*Fig. 7-30. Barreno De Sujeción para la Palanca de Freno*



*Fig. 7-31. Funcionamiento de la Propuesta de Timbre*

## 7.4. Fuentes Consultadas

- Dieter, George; “Engineering Design”; ED. Mc Graw-Hill; Cuarta Edición, EU, 2009.
- Sistema BICIPUMA

## 7.5. Imágenes del Capítulo (7-X)

1. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
2. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
3. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
4. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
5. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
6. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
7. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
8. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
9. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
10. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
11. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
12. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
13. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
14. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
15. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
16. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Solid Edge ST2, 2013)
17. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
18. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
19. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
20. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
21. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
22. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
23. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
24. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
25. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
26. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
27. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
28. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
29. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
30. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)
31. Imagen: Mario Alberto Sosa Hidalgo (Luxion Keyshot 3.33.3 y Photoshop CS4, 2013)

## 8. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

### 8.1. Análisis de Resultados

Las soluciones propuestas satisfacen completamente los objetivos del proyecto, pero no se puede estar seguro si es una solución definitiva para el problema. Todas las soluciones cumplen con los requisitos y especificaciones que se definieron para el proyecto.

En el diseño del asiento, se encontró que el diseño propuesto puede ser una alternativa económica e innovadora. Se podría aplicar en lugares del país donde los recursos comerciales de bicicletas sean escasos. Por otra parte, en el diseño del sistema de sujeción del tubo del asiento, se identificó un principio que no se había utilizado antes, lo que incrementa la posibilidad de patentar el invento.

Las propuestas para el sistema de carga, comparten la naturaleza innovadora de las demás propuestas. El sistema de carga que utiliza tirantes de cámaras de bicicletas recicladas, es una idea que de explotarla, se podría convertir en un negocio rentable. Para el sistema BICIPUMA, la ventaja de la propuesta se presenta con una disminución de material de residuo. Finalmente, la propuesta de timbre goza de una practicidad única. Esto, debido a la universalidad de instalación en cualquier palanca de freno.

### 8.2. Conclusiones Globales

Con ayuda de la metodología propuesta se logró tener un amplio panorama del problema y se notó que es necesario atacar a este tipo de problemas con una metodología de diseño que se enfoque en un método más convergente. Este método propone crear soluciones al principio para identificar realmente el problema posteriormente (de forma cíclica y dinámica). Lo anterior fue algo que se aplicó durante todo el proceso de desarrollo del presente trabajo y se comprobó que da buenos resultados. Se desea que posteriormente se retome el proyecto y se logre concretar una propuesta tangible que se pueda producir y finalmente ayude a mejorar el desempeño de la bicicleta BICIPUMA.

Se encontró también que es necesario que este tipo de problemas tengan un seguimiento continuo, ya que es posible que se puedan encontrar soluciones que funcionen en un plazo de tiempo muy corto.

Por otra parte, se puede agregar que la metodología aplicada fue una mezcla experimental de diferentes metodologías, tanto de diseño como de ingeniería. Esto con el fin de lograr complementar estas disciplinas que se consideran la base de la innovación. Se puede asegurar que se lograron avances considerables en cuanto

a la innovación de productos sustentables y a la innovación en el diseño de componentes para bicicletas.

En el mercado actual de bicicletas México no tiene un lugar de gran importancia, limitándose a la producción (manufactura) a mediana escala, la importación y la comercialización de productos extranjeros. El mercado Asiático, Europeo y Americano, superan por mucho el valor competitivo de México en este aspecto. Los resultados del presente trabajo brindan una oportunidad de abrir las fronteras a la innovación en México en el ramo del ciclismo. Además de ser una brecha en el desarrollo de futuras propuestas que puedan brindarle a México la competitividad en el mercado.

Esto último es de suma importancia, ya que México debe concentrar sus esfuerzos en la creación de productos innovadores que ofrezcan alto valor agregado. El desarrollo de un país se puede medir en su propiedad intelectual. Si bien México tiene un gran número de habitantes, tan sólo produce 300 patentes al año. Por otra parte un país como Holanda cuya población no alcanza la población establecida en la Zona Metropolitana de la ciudad de México, tiene un desarrollo de 2000 patentes al año aproximadamente.

Complementando anterior es de suma importancia que los proyectos que se desarrollen en México sigan la rienda de la innovación no importando su naturaleza o complejidad.

Por otra parte, el amplio conocimiento adquirido durante el proceso de diseño fue algo que se podría considerar como el objetivo secundario del presente trabajo. Además de trabajar sobre un proyecto real para solucionar un problema real, la experiencia se puede catalogar como enriquecedora al compararse con la experiencia profesional adquirida. Se logró proponer una solución que se tiene confianza que funcionaría de ser implementada. Gracias a la realización de este proyecto se ayudó a un ente Universitario a tener una mejor calidad en el servicio que ofrece.

### **8.3. Conclusiones Personales**

El desarrollo de esta serie de productos me hizo practicar y comprender la mayor parte de los conocimientos que adquirí durante la licenciatura. Me di cuenta, entre otras cosas, que el objetivo de la Facultad de Ingeniería no es crear individuos que puedan resolver una integral, y mucho menos preparar a maestros torneros. El verdadero objetivo es crear profesionistas con la suficiente capacidad para identificar los problemas que nos rodean. No sólo eso, que además tengan el criterio maduro y analítico para proponer soluciones y trabajar en ellas. Finalmente que tengan los conocimientos concretos y la experiencia suficiente para justificar sus resultados.

Todo eso es algo que he plasmado aquí con gran orgullo, ayudándome de todas las herramientas de diseño e ingeniería que tuve a mi alcance.

También, me di cuenta de las carencias y necesidades que tiene México. Una de ellas se enfoca en la necesidad de integrar el diseño y la ingeniería, y además, hacer que el usuario tenga un papel importante en las decisiones que se toman durante un proceso de diseño. El diseño de un producto no se debe de enfocar sólo en cómo se ve, o en cómo se siente, primordialmente debe resolver o darle la mejor solución a un problema y ayudar a los usuarios afectados. La ingeniería siempre ha estado ligada con el diseño, ya que su correcta fusión es la base de la innovación.

La innovación es lo que crea el desarrollo en un país. Asegurando una economía que se base en la propiedad intelectual y la innovación, el éxito de un país está asegurado. Lamentablemente en México esto no se ha desarrollado completamente. Cambiar esta tendencia recae en los futuros profesionistas mexicanos, fundamentalmente en los ingenieros. Finalmente puedo concluir que he entendido completamente el papel que tiene la ingeniería en México y el mundo y estoy dispuesto a dar todo de mi parte por practicarla y mejorarla utilizando el diseño como medio de innovación y desarrollo.

## Anexo A. SUBSISTEMAS DE LA BICICLETA

Debido a la complejidad de la bicicleta como caso de estudio (sistema), se dividirá el proceso de diseño entre los diferentes subsistemas que la componen. El modelo de clasificación de los subsistemas se basó en los requerimientos del usuario directo (encargados del Sistema BICIPUMA), así como el tipo de movimientos que interactúan o los fenómenos comunes entre piezas.

A continuación se muestra un esquema de cada componente que se considera en la división de los subsistemas de la bicicleta, así como la definición de cada uno.

- Cuadro
  - Cuadro
- Dirección
  - Tijera
  - Potencia
  - Manubrio
- Asiento
  - Asiento
  - Tubo del asiento
  - Dispositivo de sujeción al Cuadro
- Transmisión de Potencia
  - Pedales
  - Bielas
  - Multiplicación
  - Piñón
  - Cambios
  - Cadena
- Carga
  - Canastilla
  - Parrilla
- Ruedas
  - Mazas
  - Aros
  - Rayos
  - Llanta

## • Cuadro

El cuadro es el componente principal de una bicicleta en dónde se acoplan las ruedas y demás componentes de la bicicleta. La forma de cuadro más común actualmente es el cuadro de tipo “diamante”. [1]

Además del cuadro tipo diamante existen muchas más variantes del mismo, algunas de ellas son:

- ✓ Diamante
- ✓ Monobloque
- ✓ Paso simple (Cuadro de Mujer)
- ✓ Cantilever
- ✓ Plegable
- ✓ Tandem



AnxA, Fig. 1. Cuadro Tipo Diamante

El cuadro de una bicicleta se compone de distintas partes; para el caso de un cuadro en forma de Diamante, las partes se clasifican como:



AnxA, Fig. 2. Diagrama de Partes de un Cuadro

El material con el que están fabricados los cuadros puede variar dependiendo de la disciplina que se practique o para las condiciones a las que esté sujeto, por ejemplo: Fibra de carbono para competencias en pista, o Acero 4130 (Cr-Mo), para bicicletas de acrobacias “Freestyle”, así como Aluminio 7005 para bicicletas de descenso o “DownHill”. Teóricamente, un cuadro de bicicleta se puede fabricar de cualquier material con la resistencia mecánica suficiente (inclusive el concreto o madera).

- **Dirección**

- **Tijera (Horquilla)**

5 La tijera u horquilla es la porción de la bicicleta que sostiene la rueda delantera y permite al usuario controlar, orientar y maniobrar la bicicleta. La tijera está compuesta por un par de abrazaderas (plaquetas o punteras) unidas a los brazos de la tijera (vainas) que a su vez se unen a la cabeza que contiene el tubo de dirección.

10 Existen 2 tipos de tijeras: sólida y con suspensión. La elección de una tijera, depende generalmente del uso que se le dé a la bicicleta. Para bicicletas de carreras el material elegido suele ser el aluminio y fibra de carbono. En cuanto a su forma la idea es que cuanto más finas son las abrazaderas menos vibraciones absorbe. A su vez, cuanto más ancha sea en su parte superior, más sólida y  
15 resistente será.



*AnxA, Fig. 3. Ejemplos de Tijeras Rígidas y Con suspensión*

20

Para las bicicletas de montaña se desarrollaron muchos avances, siendo la base la aplicación de las horquillas más cortas y anchas. La primera distinción importante cuando se elige una tijera, se refiere al diámetro del tubo de dirección. La segunda distinción importante atañe a si lleva suspensión o no, y de qué tipo, en caso de llevarla. Actualmente existen distintos tipos de tijera con suspensión  
25 como: suspensiones básicas de muelle sin regulación (no suelen ser reparables), y las suspensiones más desarrolladas que incluyen dispositivos de regulación (requieren de un mantenimiento muy estricto).

30

También existen tijeras que se denominan “especiales”, ya que cuentan con un diseño singular tanto en su estética, como en la forma de sujeción y en la suspensión involucrada.



AnxA, Fig. 4. Ejemplo de Tijera especial, "Lefty" de Canonndale™

### ➤ Potencia (Poste de Manubrio)

Potencia (también conocido como poste del manubrio) se refiere al componente de la bicicleta que une el manubrio con el tubo de dirección. Existen diversos tipos para las diferentes disciplinas del ciclismo, así como con diferentes ángulos e inclusive con la opción de regular el ángulo de la potencia para incrementar o disminuir la altura del manubrio.

### ➤ Manubrio (Manillar)

El manillar o manubrio de una bicicleta, es el mecanismo de dirección para las bicicletas, el equivalente de un volante. Además de la dirección, el manubrio o manillar también en la mayoría de las veces, según su posición de conducción, dan soporte a una parte del peso del ciclista y proporciona un lugar conveniente para el montaje de las palancas de freno, palancas de cambio, timbres y ciclo-computadores.

El Manubrio viene en una variedad de tipos diseñados para determinados tipos de conducción:

- Paseo
- Plano
- Bigote
- Carretera
- Cuerno
- Porteur
- Turismo or trekking
- Triatlón o aero



AnxA, Fig. 5. Manubrio tipo Carretera

## Asiento

### ➤ Asiento

Uno de los puntos de contacto de una bicicleta es el asiento (después de los pedales y el manubrio) y sirve para sostener al usuario mientras éste “monta” la bicicleta.

Comúnmente el asiento está sujeto al cuadro de la bicicleta mediante un tubo y una abrazadera. Generalmente está compuesto de una cubierta de cuero, una carcasa de plástico o metal y unos rieles de donde se sujeta al tubo que lo une con el cuadro de la bicicleta. También se ha llegado a incorporar un sistema de suspensión para lograr una mejor interacción entre el usuario y la bicicleta (comodidad).



AnxA, Fig. 6. Asientos de Cuero rígido BROOKS™

### ➤ Tubo del Asiento

El tubo del asiento es un cuerpo con forma tubular que une el asiento con la bicicleta. Generalmente ésta distancia puede ser regulada mediante un método de sujeción del asiento. Los tubos para el asiento se unen con el asiento ya sea por su forma integrada o mediante un sistema externo que se una al asiento. Los materiales de los que se compone varían, pero popularmente se utiliza aluminio, acero y fibra de carbono.

### ➤ Dispositivo de Sujeción del Asiento

El dispositivo de sujeción del asiento contempla la forma en la cual se ajusta la altura del mismo para la comodidad del ciclista. Actualmente el uso de abrazaderas con bloqueo es muy popular, sin embargo existen otros tipos de sujeción por ejemplo los tubos de asiento hidráulicos y la sujeción por perno.



AnxA, Fig. 7. Tubo de Asiento con Suspensión.

## • Transmisión de Potencia

5 La transmisión de potencia en una bicicleta es una de las ramas más estudiadas por los diseñadores actualmente. Generalmente se produce por un par de catarinas enlazadas con una cadena (transmisión económica), sin embargo existen algunos otros métodos, por ejemplo:

- 10
- Transmisión por engranes
  - Transmisión por bandas
  - Transmisión por levas
  - Transmisión por levas esféricas

### 15 ➤ Pedales

Un pedal de bicicleta es un componente de apoyo para el usuario que contienen las bicicletas. Los pedales giran sobre un eje anclado a la biela. Los pedales están compuestos básicamente por dos partes: parte de apoyo, en la cual se apoyan los pies, y el eje, en el cual se sujeta el pedal a la biela. Los pedales antiguamente  
20 estaban fabricados en madera y hierro, pero poco a poco han ido evolucionando hasta llegar a ser de plástico, hierro, aluminio y fibra de carbono.



AnxA, Fig. 8. Pedales Tipo Wellgo de Aluminio

### ➤ **Bielas**

Es el componente de la bicicleta que junto con la multiplicación transforma la energía del ciclista en trabajo para mover la bicicleta. Existen diferentes tamaños y formas dependiendo tanto del usuario como de la disciplina que se practica. Los materiales comunes para las bielas de una bicicleta son acero, aleaciones de aluminio, titanio y fibra de carbono.

### ➤ **Multiplicación**

La multiplicación, también conocida como plato se compone de engranajes que engranan la cadena de la bicicleta para la transferencia de potencia (usualmente) a la rueda trasera. Tienen dientes espaciados para engranar todos eslabones de la cadena que pasan por encima, sin embargo, también pueden fabricarse de tal forma que se acoplen a una banda síncrona. Generalmente la multiplicación se encuentra acoplada a una de las bielas de la bicicleta como un solo cuerpo, sin embargo existen modelos en dónde se puede agregar o remover la multiplicación del sistema de tracción.



AnxA, Fig. 9. Multiplicación y Biela de Fibra de Carbono marca Campagnolo™

### ➤ **Piñón**

Se denomina piñón a la rueda de un mecanismo de cremallera o a la rueda más pequeña de un par de ruedas dentadas, ya sea en una transmisión por engranaje, en una cadena de transmisión o correa de transmisión. Comúnmente en bicicletas se utiliza un piñón o rueda libre. El piñón libre consiste en un sistema instalado en el eje de la maza trasera que permite que los piñones giren libremente en una dirección y se mantengan solidarios en la dirección contraria.



AnxA, Fig. 10. Piñón o Rueda Libre de una Bicicleta

5 Se utilizan unos trinquetes que empujados por un muelle para que, en la dirección de giro en la que se realiza la transmisión, se engranen con el resto del mecanismo para transmitir la potencia. En la dirección contraria los trinquetes son empujados hacia el eje y el resto del mecanismo gira libremente. En las bicicletas, este proceso produce el clásico ruido de carraqueo al dejar de pedalear.

#### 10 ➤ Cambios

Un ciclista puede producir un movimiento continuo sobre los pedales de manera óptima en un rango de velocidad. Se han desarrollado sistemas de marcha de tal forma que la velocidad o en su caso el torque proporcionado por el ciclista se multiplique sin que éste último ceda en su pedaleo.

15 Existen distintos tipos de sistemas de marcha. Un cambio interno o cambio de buje es un sistema análogo al cambio de bicicletas externo, pero usando engranajes como en una caja de cambios de un automóvil. Un desviador, en francés; dérailleur, es un cambio de marcha de bicicletas externo. Por otro lado, una monomarcha o «una velocidad» no tienen un sistema de cambio, es un mecanismo con un solo engranaje.



25 AnxA, Fig. 11. Cambios Externos Shimano™

Casi todas las bicicletas vienen equipadas con cambios con indicador controlados por una palanca en el manillar, y están situadas de tal modo que puedan accionarse con una simple presión del pulgar (cambiadores de pulsadores), o al girar la muñeca (cambiadores giratorios).

5



AnxA, Fig. 12. Cambiador giratorio

### ➤ Cadena

10 Cuerpo articulado de metal que funge como transmisor de potencia. Se compone de varios eslabones unidos por pernos que se acoplan a catarinas. En caso de la bicicleta une la multiplicación con el piñón.

## • Carga

15

### ➤ Canastilla

Una canastilla para bicicleta es un tipo de cesta en dónde se pueden introducir artefactos que se consideren una carga externa al usuario. Ésta generalmente va sujeta a una parrilla o tumbabultos.

20

### ➤ Parrilla

Una Parrilla, también conocida como rack o tumbabultos, es un artefacto que se ajusta a una bicicleta para que se coloque carga extra que se desee transportar en ella. Pueden estar montadas en la parte delantera y/o trasera de la bicicleta. Su capacidad es limitada ya que no cuentan con un área muy grande para colocar objetos, a pesar de que existan de diferentes tamaños. Algunos tumbabultos pueden estar directamente soldados al cuadro, mientras otros se sujetan del eje de la maza trasera. Existe otro tipo de parrillas que se sujetan directamente al tubo del asiento. La mayoría de los tumbabultos y parrillas comerciales tienen un

25

30 rango de carga máxima de 20 a 40 Kg.



AnxA, Fig. 13. Parrilla Trasera para Bicicleta

- **Ruedas**

- 5 Una rueda diseñada para bicicletas, está compuesta de un neumático (cubierta) de caucho; en cuyo interior va una cámara de aire, también de caucho; una llanta (aro generalmente metálico sobre el que se monta el neumático), un buje central (maza) y los rayos que conectan ambos.

10      ➤ **Mazas**

- Una maza o buje es la parte central de una rueda de bicicleta. Se compone de un eje, rodamientos y una carcasa o shell. La carcasa de la masa típicamente tiene 2 pestañas metálicas a las que se puede enlazar los rayos (que se enlazan con el aro exterior). Los bujes pueden ser de una sola pieza con cartucho de prensa o
- 15 cojinetes libres o, en el caso de diseños más antiguos, las pestañas pueden ser colocadas por separado en un centro.



AnxA, Fig. 14. Juego de Mazas para Bicicleta de Montaña marca SRAM™

#### ➤ Aros

5 El Aro externo de una bicicleta es la estructura que sostiene al neumático y que está conectado a la maza mediante un juego de rayos. Comúnmente son fabricados de un perfil extruido de aluminio.

#### ➤ Rayos

10 Un radio o rayo de una rueda es cada una de las barras que une rígidamente la maza con el aro externo. La disposición del enlazado de los rayos puede ser radial, cruzada o mixta:

- Radial: Los rayos radiales (rectos) atraviesan la distancia más corta posible entre el buje y la llanta, reduciendo así el peso, pero no transmiten bien el esfuerzo de torsión que se produce al frenar y acelerar.
- Cruzado: Los rayos cruzados presentan tangentes al buje, creando así una palanca que permite al radio transmitir la torsión con menor esfuerzo que un radio radial.

20



AnxA, Fig. 15. Tipos de Enlazado de los Rayos

### ➤ Llanta (Neumático)

- 5 Es una pieza toroidal de caucho que se coloca en las ruedas. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando el arranque, el frenado y la guía.

10 Los neumáticos generalmente tienen hilos que los refuerzan. Generalmente contiene una cámara interna que se rellena de aire y que le brinda la rigidez necesaria para transmitir el movimiento. Además el aire dentro de la cámara funge como un sistema de amortiguamiento.



15

AnxA, Fig. 16. Llanta para Bicicleta Michelin™

20

## • Fuentes Consultadas

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Rueda\\_de\\_bicicleta#Buje](http://es.wikipedia.org/wiki/Rueda_de_bicicleta#Buje)
- 5 • <http://en.wikipedia.org/wiki/Freewheel>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Pedal\\_de\\_bicicleta](http://es.wikipedia.org/wiki/Pedal_de_bicicleta)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Crankset>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Platos\\_y\\_bielas](http://es.wikipedia.org/wiki/Platos_y_bielas)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Seatpost>
- 10 • [http://es.wikipedia.org/wiki/Transmisi%C3%B3n\\_de\\_bicicleta](http://es.wikipedia.org/wiki/Transmisi%C3%B3n_de_bicicleta)

## • Imágenes del Capítulo (AnxA. Fig. X)

1. [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Bicycle\\_frame\\_mtb\\_hardtail.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Bicycle_frame_mtb_hardtail.jpg)
- 15 2. <http://3.bp.blogspot.com/-2ur6ipO-JJ8/UAckCc7sJwI/AAAAAAAAAVo/wQOc0e-Y-zk/s1600/Partes-Cuadro.jpg>
3. [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Fox\\_32\\_RL\\_Fork.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Fox_32_RL_Fork.jpg)
4. [http://www.cannondale.com/innovation/lefty\\_headshok/](http://www.cannondale.com/innovation/lefty_headshok/)
5. [http://www.bikester.es/fileadmin/mediapool/bkes/manillar-carretera\\_01.jpg](http://www.bikester.es/fileadmin/mediapool/bkes/manillar-carretera_01.jpg)
- 20 6. <http://arriaelachancha.cl/wp-content/uploads/2008/03/asientos-brooks.jpg>
7. <http://www.cpssc.gov/PageFiles/71751/02208.jpg>
8. <http://travellingtwo.com/gallery2/d/46330-2/V8-2010-all-zoom.jpg>
9. <http://www.labicicletta.com/media/catalog/product/cache/1/image/1293x798/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/c/a/campagnolo-centaur-9-10-carbon-crankset.jpg>
- 25 10. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Freewheelandhub.jpg>
11. [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Shimano\\_xt\\_rear\\_derailleur.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Shimano_xt_rear_derailleur.jpg)
12. <http://2.bp.blogspot.com/-tnv4gVWXDBA/T1uqfi-3bTl/AAAAAAAAABxs/sB5AdSyC1Fo/s400/gripshift10v-2.jpg>
13. [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Bicycle\\_rack.JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Bicycle_rack.JPG)
- 30 14. [http://mlm-s1-p.mlstatic.com/juego-de-maza-sram-para-freno-de-disco-envio-gratis-3684-MLM4542677869\\_062013-O.jpg](http://mlm-s1-p.mlstatic.com/juego-de-maza-sram-para-freno-de-disco-envio-gratis-3684-MLM4542677869_062013-O.jpg)
15. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Speichenkreuzung.jpg>
16. <http://www.bellsbike.com/Pix%20by%20SKU/4688.jpg>

## Anexo B. PRUEBAS DE BICICLETAS BICIPUMA

Para conocer mejor el problema que enfrentan los usuarios con las bicicletas del sistema BICIPUMA, se llevaron a cabo una serie de pruebas cualitativas y cuantitativas.

5

Las pruebas se llevaron a cabo en las instalaciones de Ciudad Universitaria, específicamente, sobre la ciclopista que atraviesa el campus.

### • Pruebas Cualitativas

10

Para las pruebas cualitativas, se requirieron 4 sujetos de prueba a los que se les encargó recorrer distintos tramos de ciclopista en las bicicletas del sistema BICIPUMA. Los sujetos de estudio son estudiantes, con edades que oscilan entre los 18 y los 22 años. Algunos gozan de buena condición física y experiencia en la rama del ciclismo.

15

Las pruebas se realizaron con los tres modelos de bicicletas disponibles en el sistema. Las bicicletas se clasificaron de la siguiente manera:

20

1. Magistroni Blanca
2. Benotto Blanca
3. PUMA Azul

El objetivo de las pruebas cualitativas es el que el sujeto de prueba describa la experiencia que la bicicleta elegida le brinda sobre la ciclopista. Los detalles de la experiencia son de vital importancia para el proyecto, por lo que se le pidió al sujeto de prueba que diera una declaración confiable.

25

Sujeto de estudio	Sexo	Edad	Estatura	Peso	Condición Atlética
1	Masculino	19	1.68	75	Bajo Rendimiento
2	Masculino	23	1.87	83	Medio Rendimiento
3	Masculino	21	1.80	80	Medio Rendimiento
4	Femenino	25	1.64	60	Bajo Rendimiento

*AnxB. Tabla 1 Características físicas de los sujetos de estudio de las pruebas cualitativas*

30

A continuación se observan los comentarios de los sujetos de estudio en general para cada bicicleta. Debido a la gran cantidad de opiniones, se realizó una síntesis general para describirlos ordenadamente.

35

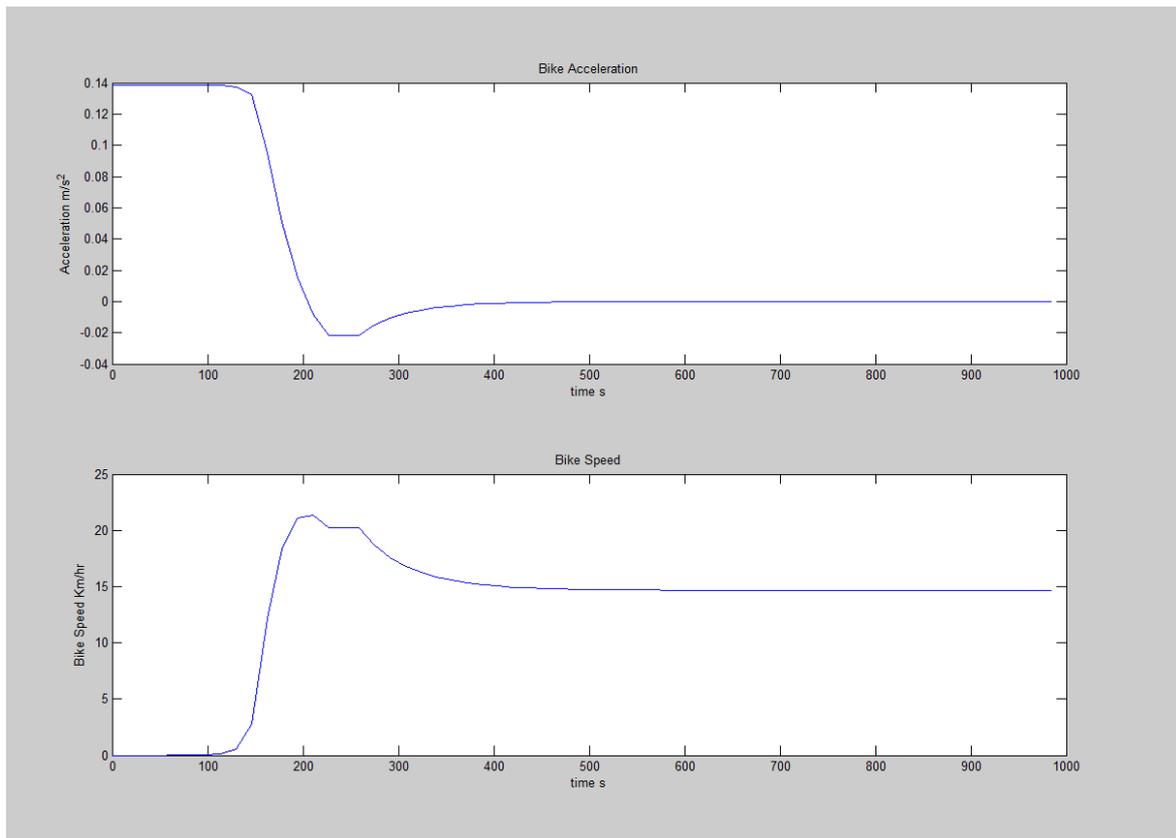
Bicicleta	Resultados Positivos	Resultados Negativos
Magistroni Blanca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección telescópica estable.</li> <li>• Asiento cómodo.</li> <li>• Entrada cómoda del cuadro para el usuario.</li> <li>• Buena tracción.</li> <li>• Velocidad máxima que ofrece Normal - Rápida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala posición del manubrio (incómoda).</li> <li>• Geometría incómoda para el usuario (cuadro pequeño).</li> <li>• Bloqueo del tubo del asiento interferido por canastilla.</li> <li>• Asiento no sube fácilmente.</li> <li>• Eje de centro y pedales pandeados.</li> <li>• Bicicleta pesada y poco maniobrable.</li> <li>• Frenos muy sensibles y poco intuitivos.</li> </ul>
Benotto Blanca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección telescópica estable.</li> <li>• Geometría cómoda para el usuario (uso normal).</li> <li>• Entrada cómoda del cuadro para el usuario.</li> <li>• Buena posición del manubrio.</li> <li>• Buena tracción (posibilidad de subir pendientes sentado).</li> <li>• Velocidad máxima que ofrece Normal – Rápida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueo del tubo del Asiento Complicado de Mover (Bastante Apretado).</li> <li>• Frenos muy sensibles y poco intuitivos (Freno delantero peligroso).</li> <li>• Sin canastilla (sólo parrilla trasera).</li> <li>• Parrilla trasera asegurada al cuadro (improvisado).</li> </ul>
PUMA Azul	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenos intuitivos y con buena respuesta de frenado.</li> <li>• Buena respuesta de la dirección.</li> <li>• Buena tracción.</li> <li>• Velocidad máxima que ofrece Normal - Rápida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asiento Incómodo.</li> <li>• Inestable a altas velocidades.</li> <li>• Cadena se sale.</li> <li>• Posición Incómoda al utilizarla.</li> <li>• Las llantas se tambalean.</li> <li>• Posición del manubrio incómoda.</li> </ul>

*AnxB. Tabla 2 Resultados de las pruebas cualitativas*

## • Pruebas Cuantitativas

- 5 En el caso de las pruebas cuantitativas, se optó por aplicar una prueba de velocidad promedio basada en prácticas experimentales de movimiento rectilíneo uniforme. El movimiento es rectilíneo uniforme se define como el movimiento de cualquier partícula cuando su velocidad es constante en el tiempo, dado que su aceleración es nula. El objetivo de esta prueba era el de encontrar la velocidad máxima que la bicicleta puede ofrecer, ya que el sistema BICIPUMA promueve una cultura ciclista de paseo y transporte, por lo que es inseguro que las bicicletas vayan a una velocidad alta.
- 10

- 15 La prueba se describe como la cantidad de tiempo que le toma a un estudiante que pedalea sobre una bicicleta BICIPUMA recorrer cierta distancia preestablecida a una velocidad constante. Durante estas pruebas se consideró el modelo físico de una bicicleta de ruta [1], el cual establece un comportamiento como el que se describe en la Fig 1.



AnxB. Fig. 1 Gráficas de velocidad y aceleración respecto al tiempo del modelo de una bicicleta de ruta.

Con base en ese comportamiento, podemos observar que existe a partir de un determinado tiempo un periodo de estabilidad en la velocidad de la bicicleta. Durante este periodo se determinaron las mediciones de velocidad que se enlistan en la Tabla 3.

Para realizar las pruebas se eligió un tramo de la ciclopista de Ciudad Universitaria ubicado frente a la Facultad de Derecho. El lugar elegido no tiene pendientes aparentes y brindó el tiempo suficiente a los estudiantes para llegar a una velocidad constante. La distancia recorrida para las mediciones fue de 10 metros y se les pidió a los sujetos de prueba que pedalearan lo más rápido que les fuese posible antes de llegar a la zona de medición.

Se utilizaron en total los tres tipos diferentes de bicicletas que ofrece el sistema BICIPUMA. Cada bicicleta fue probada por tres estudiantes con distintas características físicas y condición atlética.

Sujeto de estudio	Sexo	Edad	Estatura	Peso	Condición Atlética
1	Masculino	19	1.68	75	Bajo Rendimiento
2	Masculino	22	1.72	85	Bajo Rendimiento
3	Masculino	21	1.80	80	Medio Rendimiento

AnxB. Tabla 3 Características físicas de los sujetos de estudio de las pruebas cuantitativas

Bicicleta	Sujeto de Estudio	T1 [s]	T2 [s]	T3 [s]	TProm [s]	Velocidad Promedio Sujetos de Estudio [m/s]	Velocidad Promedio Total [m/s]
Magistroni Blanca	1	1.2	1.16	1.12	1.16	8.62	8.58
	2	1.18	1.26	1.2	1.22	8.2	
	3	1.1	1.15	1.12	1.12	8.91	
Benotto Blanca	1	1.23	1.28	1.17	1.22	8.19	8.13
	2	1.3	1.29	1.28	1.29	7.75	
	3	1.18	1.15	1.2	1.18	8.47	
PUMA Azul	1	1.25	1.18	1.28	1.24	8.06	8.06
	2	1.28	1.25	1.3	1.28	7.8	
	3	1.2	1.22	1.18	1.2	8.33	

*AnxB. Tabla 4 Resultados de las pruebas cuantitativas*

5 Como se puede apreciar, la velocidad que puede llegar una bicicleta BICIPUMA es alta. La velocidad es suficiente para colisionar con algún peatón u otros ciclistas y provocar heridas severas. Si bien, la velocidad máxima encontrada no puede ser estable por un tiempo determinado debido a la condición atlética del estudiante, es de consideración debido a que la mayoría de los usuarios del programa llega a estas velocidades durante su viaje.

## 10 • Fuentes Consultadas

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Movimiento\\_rectil%C3%ADneo\\_uniforme](http://es.wikipedia.org/wiki/Movimiento_rectil%C3%ADneo_uniforme)
- [1] Dahmen, Wolf, Saupe; Applications of Mathematical Models of Road Cycling; Department of Computer and Information ScienceÑ University of Konstanz, Germany.

15

## • Imágenes del Capítulo (AnxB. Fig. X)

1. Mario Alberto Sosa Hidalgo, Julio Noel Hernández Pérez; PRODRIVE MX; México 2014.

## Anexo C. ENCUESTAS USUARIO DIRECTO

### • Encuesta # 1

- 5 1. ¿Utilizas el Sistema BICIPUMA?
- Si \_\_\_\_\_
- No \_\_\_\_\_
- 10 2. ¿Por qué?
3. ¿Con qué frecuencia lo utilizas?
- 15 1 vez por semana \_\_\_\_\_
- 2 a 3 veces por semana \_\_\_\_\_
- 4 a 6 veces por semana \_\_\_\_\_
- 20 Más de 6 veces por semana \_\_\_\_\_
4. ¿Crees que el servicio del Sistema BICIPUMA es \_\_\_\_\_?
- 25 Excelente \_\_\_\_\_
- Bueno \_\_\_\_\_
- Regular \_\_\_\_\_
- 30 Malo \_\_\_\_\_
- Pésimo \_\_\_\_\_
- 35 5. ¿Crees que el diseño de las bicicletas (en general) es \_\_\_\_\_?
- Excelente \_\_\_\_\_
- Bueno \_\_\_\_\_
- 40 Regular \_\_\_\_\_
- Malo \_\_\_\_\_
- 45 Pésimo \_\_\_\_\_
6. ¿Crees que el estado de las bicicletas (en general) es \_\_\_\_\_?
- 50 Excelente \_\_\_\_\_
- Bueno \_\_\_\_\_
- 55 Regular \_\_\_\_\_

Malo \_\_\_\_\_

Pésimo \_\_\_\_\_

5 7. ¿Qué es lo que MÁS te gusta de las bicicletas del Sistema BICIPUMA?

8. ¿Qué es lo que MÁS te molesta de las bicicletas del Sistema BICIPUMA?

**Autor de la encuesta: Mario Alberto Sosa Hidalgo**

10

## • Encuesta # 2

1. Sexo:

15 Masculino \_\_\_\_\_

Femenino \_\_\_\_\_

2. Edad:

20

3. Peso:

4. Estatura:

25 5. ¿Qué es lo que MÁS te gusta del diseño de las bicicletas BICIPUMA?

6. ¿Qué es lo que MENOS te gusta del diseño de las bicicletas BICIPUMA?

7. ¿Qué tan cómodo te sientes en las bicicletas BICIPUMA?

30

Muy cómodo \_\_\_\_\_

Cómodo \_\_\_\_\_

35 Nada cómodo \_\_\_\_\_

8. ¿Qué les cambiarías o agregarías a las bicicletas BICIPUMA?

9. ¿Qué "tan BIEN" sabes usar los cambios de una bicicleta?

40

Bien \_\_\_\_\_

Regular \_\_\_\_\_

45 No sé usarlos \_\_\_\_\_

**Autor de la encuesta: Mario Alberto Sosa Hidalgo**

## 50 • Encuesta # 3

1. De las imágenes siguientes ¿qué bicicleta del sistema BICIPUMA te gusta más?



5

2. ¿Cuál piensas que es la ruta más incómoda de la ciclista de CU?

10 3. ¿Te gustaría que existiera algún curso de “ciclismo urbano”, dónde se enseñara a utilizar correctamente la bicicleta?

Si\_\_\_\_\_

15 No\_\_\_\_\_

4. ¿Consideras seguras las bicicletas BICIPUMA?

Si\_\_\_\_\_

20 No\_\_\_\_\_

5. ¿Has tenido algún accidente o altercado usando las bicicletas BICIPUMA?

25 Si\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

30 6. ¿Qué tan cómodo te sientes en las bicicletas BICIPUMA?

Muy cómodo\_\_\_\_\_

Cómodo\_\_\_\_\_

7. ¿Se te ha pinchado una llanta usando las bicicletas BICIPUMA?

5 Si\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

10 8. ¿Qué “tan BIEN” sabes usar la abrazadera para acomodar el asiento de la bicicleta?

Bien\_\_\_\_\_

15 Regular\_\_\_\_\_

No sé usarlos\_\_\_\_\_

**Autor de la encuesta: Mario Alberto Sosa Hidalgo**

20