

**fcfm**

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS**

# **PREINFORME: PROYECTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS.**

Curso: EI1B2 Introducción a la  
Ingeniería II  
Sección 3 Grupo 08  
Integrantes: Nicolás Alarcón R.  
Natalia D'Espessailles T.  
Francisco Flores A.  
Moisés Michelow K.  
Mauricio Toro C.  
Profesor: Héctor Augusto.  
Fecha: 03 de Noviembre de 2008



## RESUMEN EJECUTIVO:



En esta experiencia se llevó a cabo el diseño, construcción e implementación de un prototipo funcional, el cual debía ser capaz de separar bolas de dos diámetros distintos, contabilizar las grandes y, al llegar a cinco, desplegar una señal de aviso. Básicamente este proyecto se centró en el proceso de diseño del prototipo mencionado, por lo que, para llegar al prototipo final el grupo siguió el camino detallado a continuación:

- Hubo una lluvia de ideas, en la cual debía darse posibles soluciones para cada sección del prototipo por separado, sin importar por el momento las conexiones entre las distintas fases de éste.
- Luego, en base a la lluvia de ideas anterior, y otras ideas que surgieran durante la semana, se debía generar posibles soluciones al problema planteado.
- Una vez generadas estas opciones, fueron evaluadas en base a una matriz de interacción realizada por el grupo, en donde se escogieron dos bosquejos.
- Estos bosquejos fueron construidos en cartón pluma y evaluados, para luego pasar a un único diseño final, el cual fue diseñado con el programa Solid Edge, versión 16.
- Este diseño final fue construido nuevamente en cartón pluma, en base a los planos generados por el programa utilizado, con el objetivo de hacer correcciones y generar el diseño definitivo del prototipo.
- Finalmente se diseñaron las piezas en base a las correcciones hechas, para ser cortadas y poder construir el prototipo final.

## INTRODUCCIÓN

En Chile, varios aspectos de la ingeniería de hoy, están relacionados con procesos; ya sea extractivos, productivos, químicos, biológicos entre otros. Es así como un fin es el resultado de un conjunto de actividades o eventos que se realizan o suceden en forma consecutiva y sostenible a través del tiempo. Esto constituye uno de los retos más fascinantes a los que se enfrenta la investigación en ingeniería en la actualidad, que exige una colaboración intensa entre distintas disciplinas, la cual es cada día más estrecha.

En el siguiente informe se darán a conocer las distintas etapas del proyecto número dos de introducción a la ingeniería II el cual estuvo enfocado en la ingeniería de procesos. El objetivo general de este proyecto fue el de introducir a los alumnos al concepto de Ingeniería de Procesos. En específico, para este proyecto se plantearon los objetivos de:

- Conocer el proceso de diseño y su importancia en la ingeniería chilena.
- Diseñar una etapa de un proceso.
- Aplicar el ciclo de diseño a un prototipo.
- Ser capaz de comunicar un proyecto a través de afiches.
- Aplicar el sistema internacional de Unidades.
- Conocer conceptos de instrumentación.
- Fabricación de piezas con herramientas CAM.

Todo esto se tradujo en el desarrollo de un prototipo funcional de un sistema capaz de separar, contabilizar los elementos separados y gatillar un evento, en una etapa de un proceso. Para esto, los requerimientos del proyecto fueron los siguientes:

- Clasificar bolas de diámetros 45 mm y 62 mm aproximadamente y contabilizar las bolas grandes, además cuando el contador llegara a 5 debía mostrarse una indicación.
- Las bolas (grandes y pequeñas) pasarían por una canaleta con una pendiente de 10% a una tasa aproximada de 1 por segundo.
- La etapa de clasificación debía insertarse en la canaleta, utilizando un tramo de 20 cm.
- Cada vez que el clasificador separara una bola grande debía ser contabilizada y este número debía ser desplegado de alguna manera.
- Cuando el contador llegara a 5 debía gatillar el despliegue de una señal de aviso (“LISTO”), la cual no debía estar visible anteriormente.

Con esto en mente, se intentó idear posibles soluciones, donde cada integrante del grupo tuvo la posibilidad de resolver cada una de las partes (separar, contar, y desplegar evento), para luego, por medio de una lluvia de ideas, la cual permitió abrir todas las posibilidades para una mejor solución, idear posibles prototipos para solucionar el problema propuesto (Ver Anexo 1.1). Ocupando algunas ideas de la parte anterior y combinándolas, se decidió crear 4 bosquejos distintos entre los cuales se decidió por dos, eligiéndolos principalmente por medio de una matriz de interacción y decisión, creada por el grupo (Ver Anexo 1.2 y 1.3). Además en este punto influyó un aspecto que podía deducirse de los requerimientos, pero que no se hizo, y que fue el que las bolas debían ser liberadas una vez que se desplegaba la señal de aviso; esto hizo descartar las soluciones al sistema de conteo que funcionaran con el peso de las bolas, ya que no se había diseñado el mecanismo para liberarlas posteriormente. Con cartón pluma se construyó estos dos diseños, y se vio que cada uno tenía una parte que funcionaba de acuerdo a lo que el grupo quería. Tras varias pruebas de ambos, se notó que no funcionaban por separado por lo que se decidió juntarlos y crear un nuevo diseño, el cual fue llevado a planos. Este prototipo fue construido en cartón pluma en base a los planos, con el fin de identificar fallas y generar correcciones a estas, las cuales debían ser plasmadas en el diseño final de piezas (Ver anexo

1.4). Para generar los planos de las piezas se utilizó un software especializado llamado Solid Edge, en su versión 16, y con la ayuda de una cortadora láser, pudimos obtener las piezas en plástico.

Básicamente se esperaba que el diseño cumpliera con todas las especificaciones requeridas y que se llevara a cabo de buena manera, aun cuando hubo partes que, por la calibración que debía ser hecha posterior al corte de las mismas, podrían haber fallado, constituyendo una falla en el funcionamiento completo del prototipo diseñado.

## RESULTADOS

### Descripción del diseño final:

El diseño final constó de 7 piezas hechas en plástico, además de 2 ejes de alambre y un hilo en la sección de aviso. El detalle de estas piezas es el siguiente:

- Una base en forma básicamente rectangular, con un calado en su centro para separar las bolas, y aletas en los costados con el fin de facilitar el ensamblaje con las otras piezas.
- Dos piezas en forma de T invertida, con una ventana en la parte vertical para ver el conteo de las bolas, y calados en su parte horizontal con el fin de facilitar el ensamblaje con la base. Además se hizo en ambas dos perforaciones, con el fin de sostener los ejes mencionados, y en una de estas una perforación extra, para sostener el aviso de “listo”.
- Una pieza en forma de asterisco, con una perforación en su centro, cuya función era la de contabilizar las bolas que pasasen por el prototipo.
- Una pieza en forma de rectángulo pequeño alargado, cuya función era la de comunicar la sección de conteo con la sección de aviso. Esta pieza en uno de sus extremos tenía un reforzamiento, con el fin de que al ser perforada no se debilitara la misma.
- Una pieza en forma de gancho, similar a la anterior, cuya función era la de sostener el hilo, que a su vez sostenía el aviso de “listo”.
- Una pieza en forma rectangular, con un calado en una de sus esquinas y una perforación en una de sus orillas, que hacía la función de aviso de listo.

Los planos de estas piezas están en la sección de anexos, específicamente en el anexo 2.1.

A este diseño final se le hizo modificaciones al momento de la construcción, que fueron hechas con el propósito de facilitar el funcionamiento, además de solucionar fallas que se observaron en ese momento y que no habían sido observadas anteriormente en el prototipo construido con cartón pluma.

Funcionalmente hablando, el diseño se describe como sigue:

Las bolas entran a la sección diseñada por la parte superior de la base en la cual se apoya la misma; estas bolas son separadas por la base del prototipo, haciendo caer las más pequeñas, y haciendo avanzar por la canaleta las más grandes. Las bolas grandes empujan una de las aspas de la sección de conteo, haciendo que esta rote, por lo que en la ventana de la sección en forma de T invertida cambia el número que se despliega. Finalmente, el aspa correspondiente al número cinco, tiene una pequeña protuberancia, por lo que, cuando este número se despliega, empuja la sección en forma de rectángulo alargado pequeño, lo que hace que rote, junto con la pieza en forma de gancho; esta rotación de la pieza en forma de gancho suelta el hilo, en consecuencia, la pieza rectangular que cumple la función de aviso, cae por su peso y se hace visible. (Ver anexo 2.2)

### Análisis del diseño.

Como ya ha sido mencionado, la maquinaria de conteo consiste en seis hélices, que simulan la imagen de un asterisco, las cuales se encuentran enumeradas y son empujadas por las bolas que deben ser contadas. Las hélices poseen la misma masa para que al iniciar el conteo se encuentre en un estado de equilibrio, es decir, los torques generados en estas por la gravedad se anulan (Ver anexo 2.3). La bola llega con una velocidad  $v_0$  al aspa, luego se desplazan juntas recorriendo un arco  $d\theta$ . Es buena aproximación considerar la velocidad de la bola (de su centro de masa) igual al arco desplazado por el largo de la hélice  $l$ , en términos analíticos,  $dx = l \cdot d\theta \Rightarrow \dot{x} = l\dot{\theta}$ .

No se conserva la energía en el choque de la bola con la hélice, y esto es usado a nuestro favor para poder controlar el giro de la pieza con forma de asterisco. Dos fuentes de disipación de energía son (i) la fuerza de roce que otorga la superficie de goma de la bola y (ii) el alambre que sostiene las hélices, el cual está pegado a esta pieza y que gira en su eje horizontal apoyada en las piezas con forma de T invertida.

El mecanismo del listo funciona con un hilo que une un pequeño letrero a una pieza con forma de gancho (Ver anexo 2.3), la protuberancia de la hélice numero 5 hace girar al alambre que está sobre el, traspasándole la velocidad que lleva la bola justo al pasar por debajo del centro de las aspas. Si el hilo está muy tenso afectaría de sobremanera el correcto funcionamiento del “listo”, ya que a más tenso esté el hilo más torque es necesario para desplazar el gancho (como se aprecia en el anexo), y el torque es proporcional a la aceleración angular de las aspas,  $\ddot{\theta}$ , lo que nos dejaría estancada la última bola entre las aspas.

## **DISCUSIÓN.**

Si bien no era este uno de los objetivos, tanto general como particular, del proyecto, se logró cohesionar muy bien el grupo, y los roles fueron designados de acuerdo a las potencialidades vistas en el anterior proyecto (el cual estaba enfocado a un proyecto de Ingeniería Reversa). Así, los roles dentro del grupo fueron designados como sigue:

Coordinador: Nicolás Alarcón Reyes.

Control de Proyecto: Moisés Michelow Kirshbom.

Analista: Mauricio Toro Cea.

Secretaria: Natalia D'Espessailles Tapia.

Encargado de Materiales: Francisco Flores Araya.

En base a lo observado por el grupo, la evaluación de los distintos roles en general es positiva, y en particular se hizo las siguientes observaciones:

Coordinador: En general bien, salvo que faltó delegar funciones. Hubo ocasiones en las que no se coordinó a tiempo la elaboración de planos o trabajos fuera de taller. Favoreció la discusión de ideas a lo largo del proyecto. Fue quien capturó las fotografías adjuntas en este informe.

Control de Proyecto: Cumplió con su función, las tareas fueron entregadas en su totalidad dentro de los plazos establecidos.

Analista: Se preocupó de que se cumplieran con los requerimientos de seguridad a medida que era construido el prototipo final o alguno de los que fue construido en cartón pluma. Destacó por sus habilidades manuales.

Secretaria: Llevó un buen registro escrito de las actividades hechas a lo largo del proyecto.

Encargado de Materiales: Cada clase se encargó de transportar los materiales y verificar que nada se hubiera perdido. A menudo hacía un breve inventario de las herramientas asignadas al grupo, con el fin de que todo estuviera en orden. Además en algunas ocasiones se encargó de dirigir la limpieza del lugar de trabajo.

Ahora bien, hubo aspectos que no fueron considerados por el grupo al momento de diseñar el prototipo final, algunos análisis no fueron hechos, si bien la seriedad del proyecto así lo ameritaba

## **CONCLUSION**

En base al objetivo general de este proyecto, se pudo notar que éste fue cumplido a cabalidad en el grupo, toda vez que hubo un real aprendizaje por parte del grupo de lo que involucra el concepto de Ingeniería de procesos.

Respecto de los objetivos específicos del proyecto, se sacan las siguientes conclusiones:

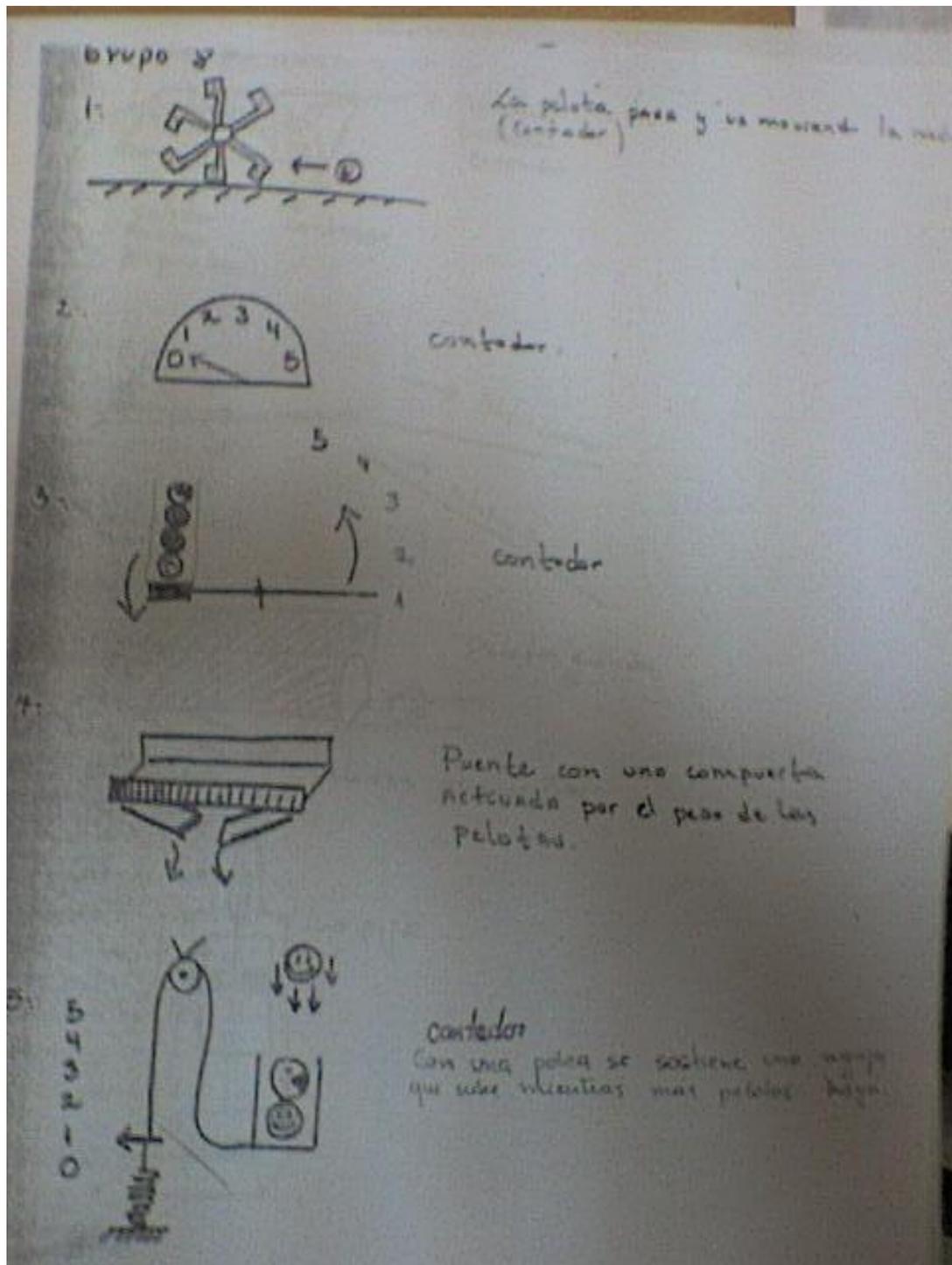
Se pudo experimentar lo que es el proceso de diseño, y cómo la solución a un determinado problema no es única ni puede ser concebida en su totalidad, sino como una mezcla de soluciones a problemas específicos que son consecuencia, o parte, del problema mayor.

Como consecuencia de lo anterior, y no sin dificultades, el grupo logró diseñar una etapa de un proceso, como fue visto a lo largo de todo este informe, en este diseño se aplicó el proceso de diseño, en el cual se abrió el abanico de posibles soluciones a medida que se iba avanzando por éste.

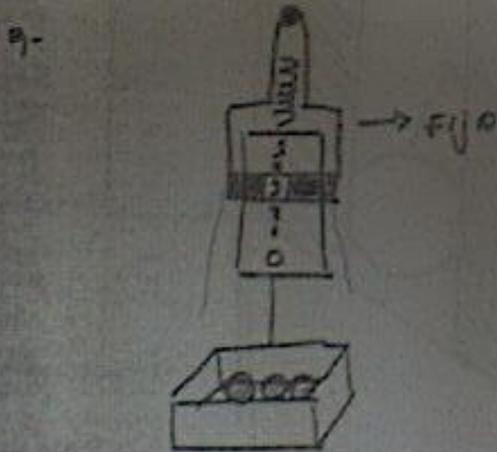
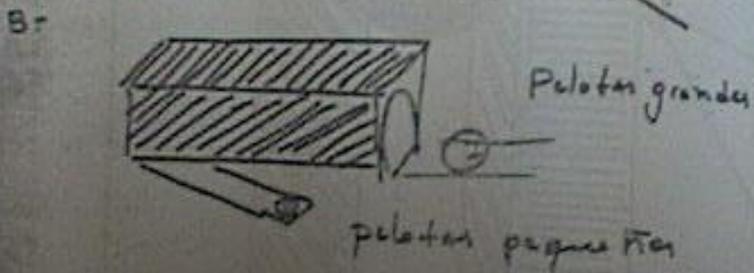
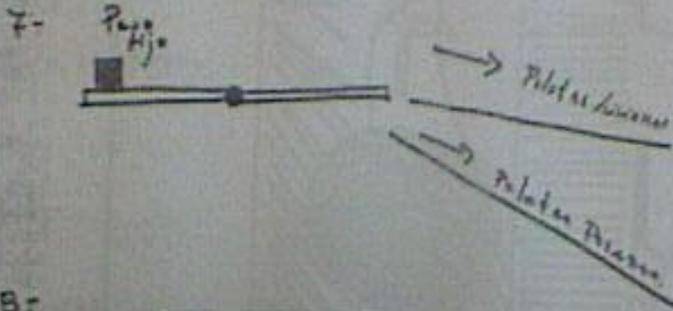
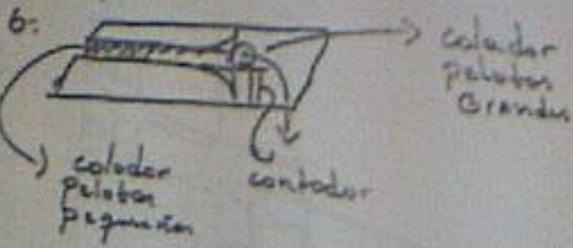
Por último se logró plasmar todo este diseño en un plano realizado con un programa computacional, el cual, a su vez, sirvió para el corte de piezas en plástico por medio de una cortadora láser, lo que constituye un acercamiento por parte del grupo hacia la fabricación de piezas por medio de Manufactura Asistida por Computador (CAM).

## ANEXOS

Anexo 1.1: Lista de soluciones ideadas por el grupo a los requerimientos específicos del proyecto de separar, contar y gatillar un evento.

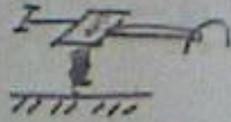


Grupo 8

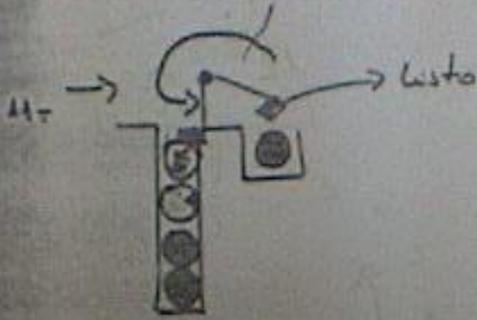


Grupo 8

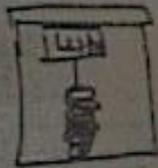
10.



se levanta el gancho y "suelta" el "lito"

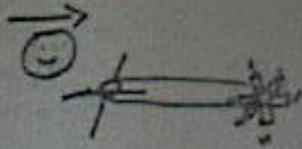


12.



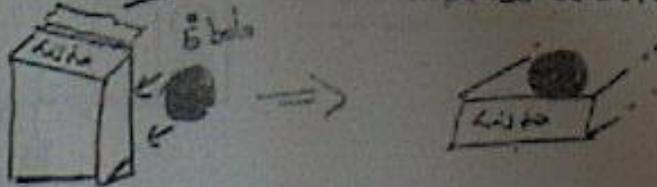
lito "pasa" a...  
se mueve la tapa y sale el lito

13.

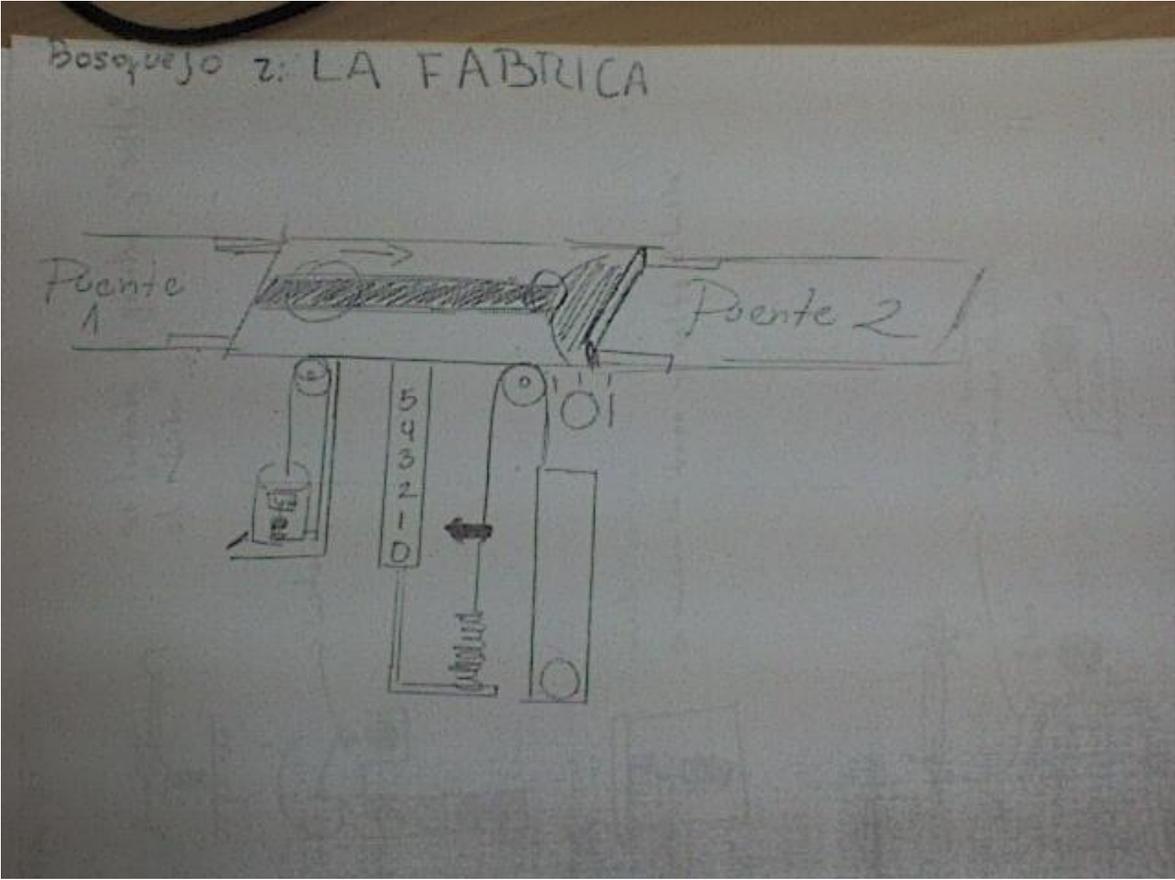
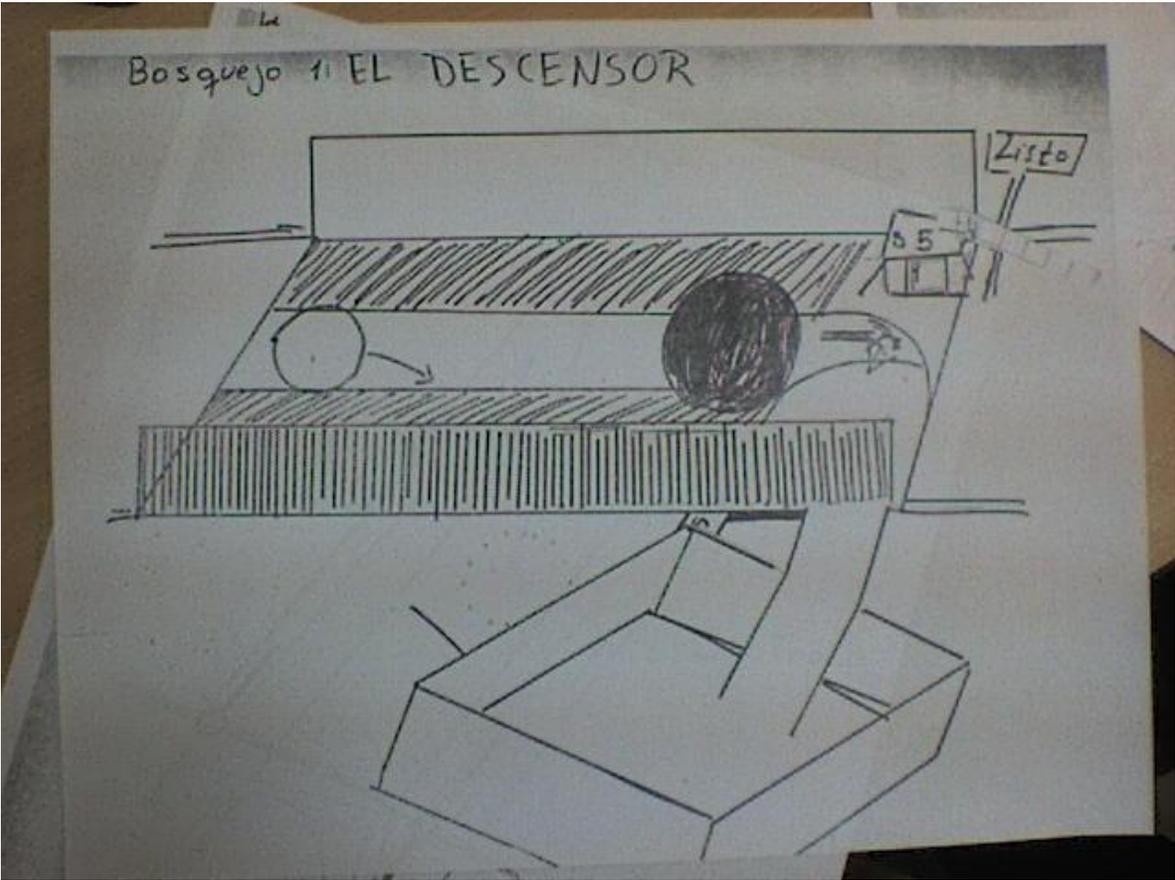


papel encima  
tapando el lito

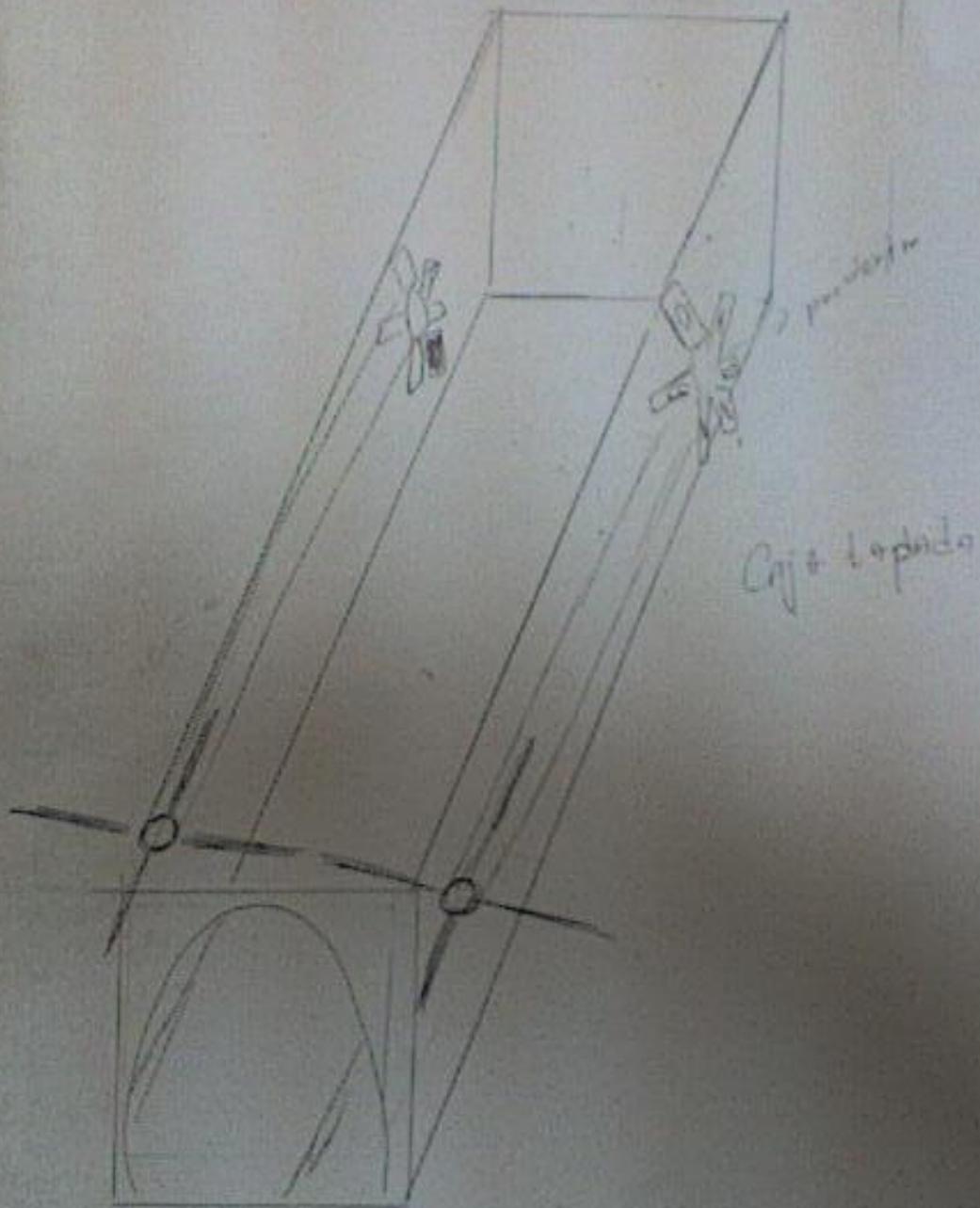
14.



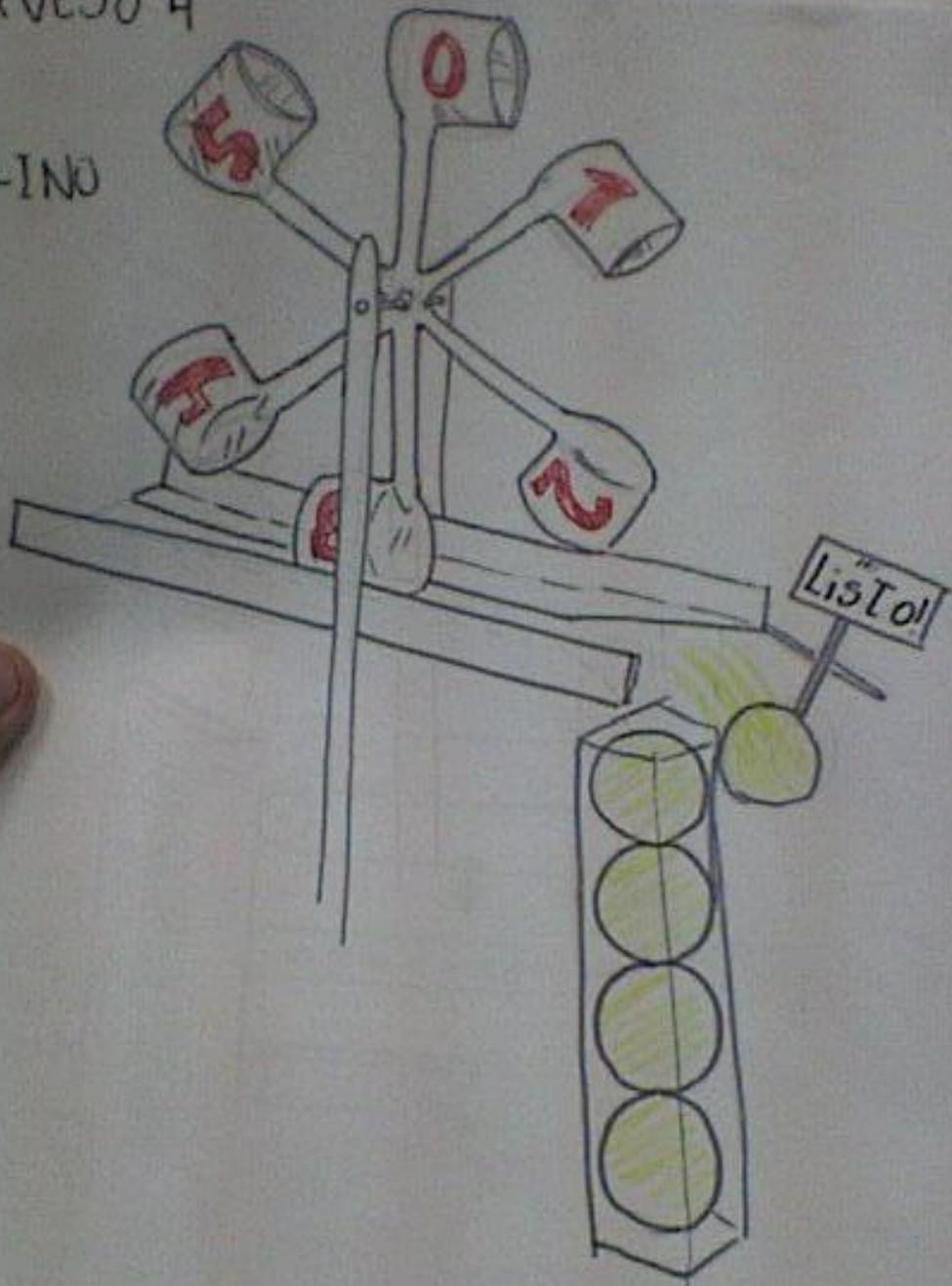
Anexo 1.2 Bosquejos de prototipos iniciales diseñados por el grupo.



Bosquejo 3: EL MIMIGOLF



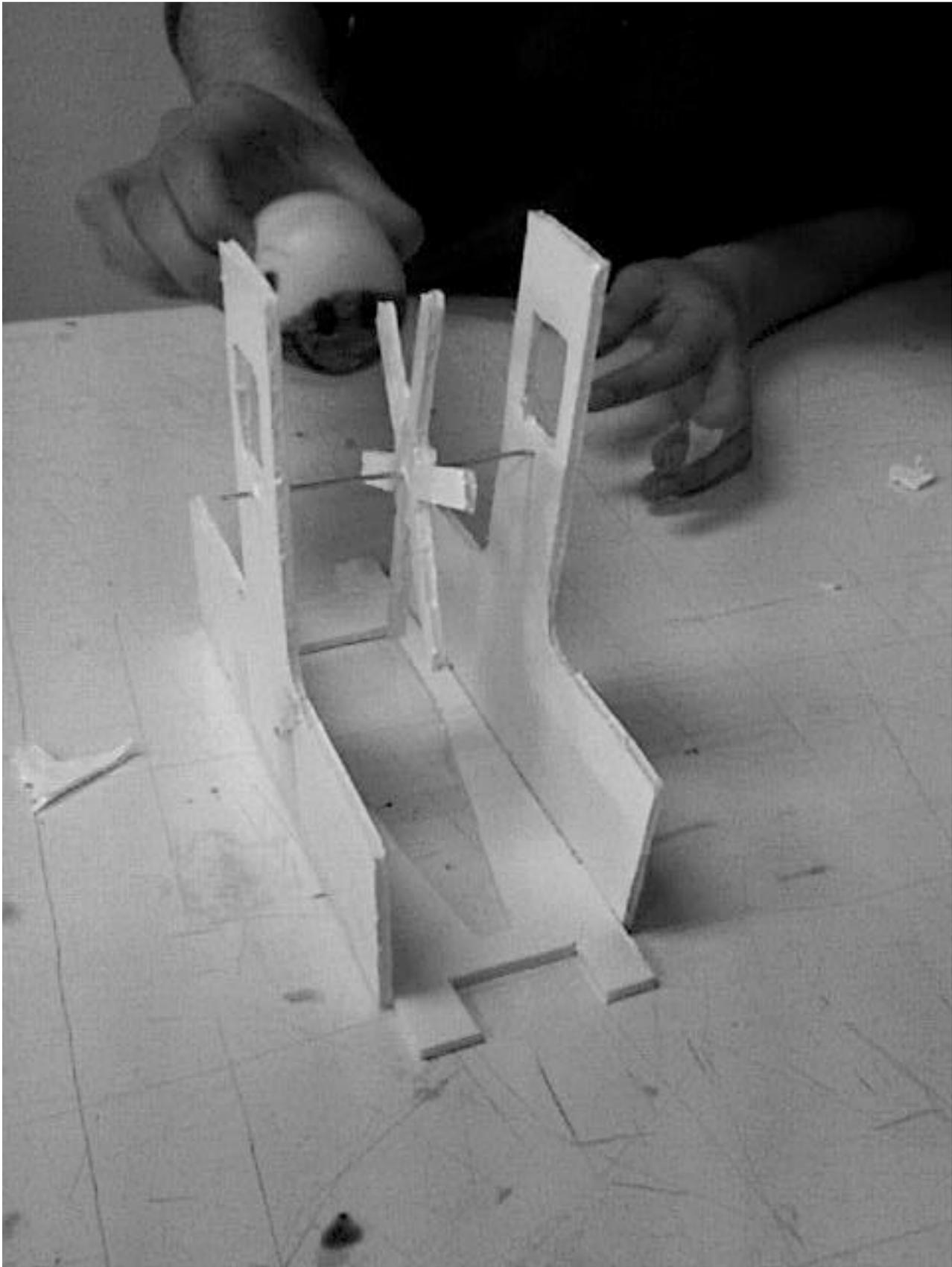
BOSQUEJO 4  
EL  
MOLINO

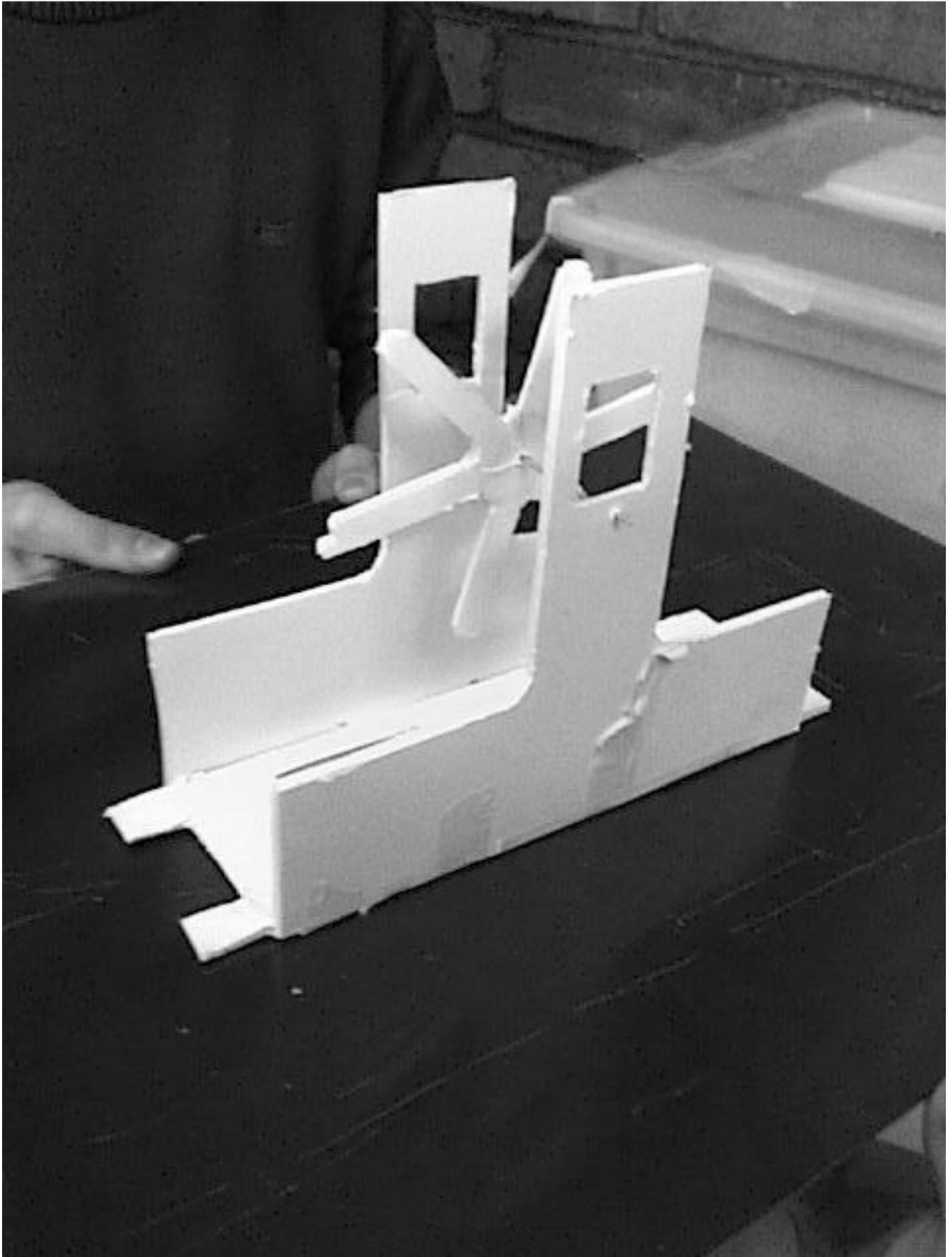


Anexo 1.3 Matriz de interacción y evaluación de prototipos.

Parámetro de Evaluación	1 “El Descensor”	2 “La Fábrica”	3 “El Minigolf”	4 “El Molino”
Facilidad de Ensamblaje (0.23)	1.29	0.943	1.357	1.031
Confianza a priori (0.16)	0.88	0.912	0.935	0.803
Creatividad (0.08)	0.464	0.509	0.343	0.549
Sencillez (0.09)	0.414	0.405	0.545	0.504
Uso de Materiales (0.24)	1.392	1.032	1.488	1.272
Estética (0.20)	1.08	1.08	0.94	1.32
<b>Total</b>	<b>5.52</b>	<b>4.88</b>	<b>5.61</b>	<b>5.53</b>

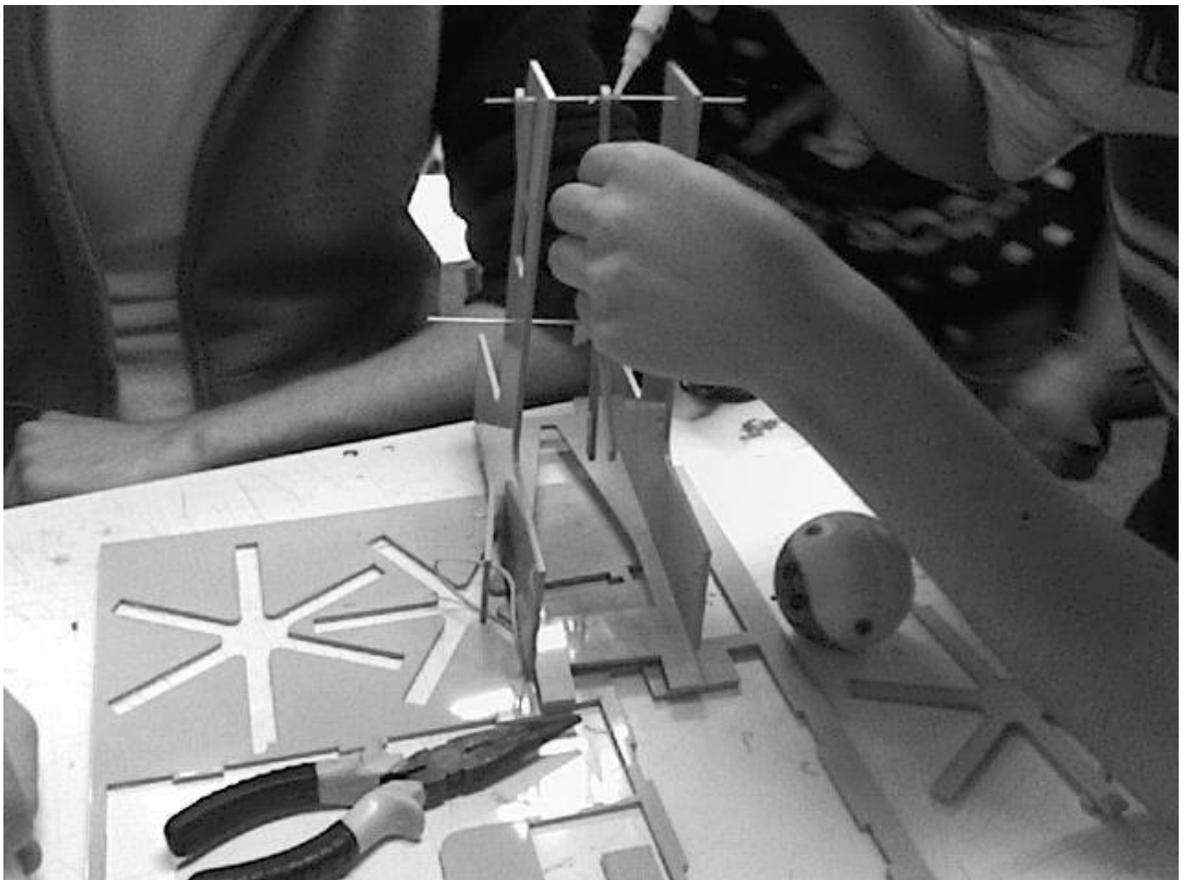
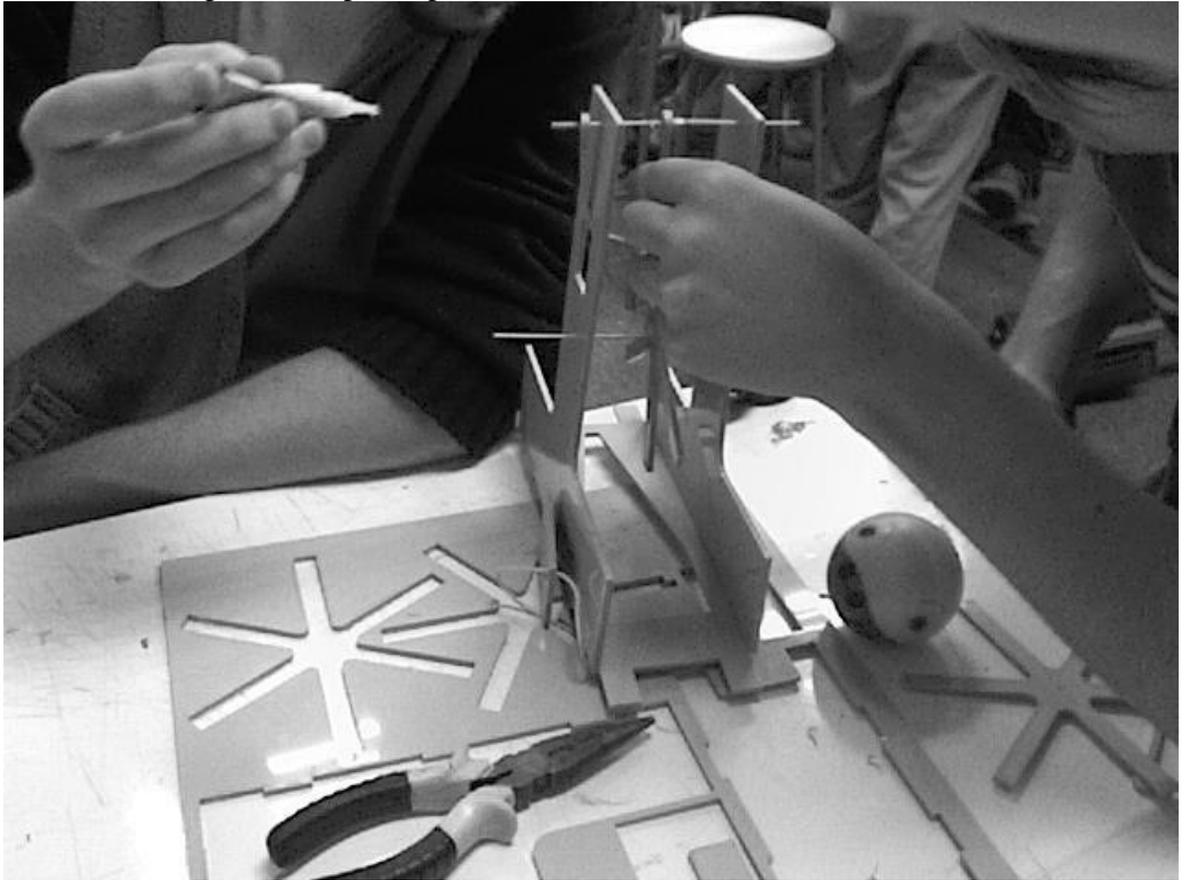
Anexo 1.4: Fotografías de prototipo en cartón pluma en base a los planos diseñados por el grupo.





Anexo 2.1: Planos de piezas detalladas en la sección de Descripción del Diseño.

Anexo 2.2 Fotografías del prototipo final, en el momento de su construcción



Anexo 2.3 DCL del prototipo final .

