

**DISEÑO, REDISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN DISPENSADOR ELECTRÓNICO DE  
PAPEL HIGIÉNICO PARA USO URBANO EN LA EMPRESA DISPEN TEK.**

**DIANA MILENA MARTINEZ SIERRA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2009**

**DISEÑO, REDISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN DISPENSADOR ELECTRÓNICO DE  
PAPEL HIGIÉNICO PARA USO URBANO EN LA EMPRESA DISPEN TEK.**

**DIANA MILENA MARTINEZ SIERRA**

**Tesis de grado en la modalidad Practica Empresarial  
Para optar al titulo de:  
Diseñador Industrial**

**Director:  
JAIRO CORDOBA ARANGO  
Diseñador Industrial**

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

**2009**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres su paciencia, comprensión, consejos, cariño y los esfuerzos que han tenido que hacer para apoyarme en la consecución de este título con el que se merecen todo mi respeto y amor.

Agradezco al director de proyecto: Jairo Córdoba Arango por creer en mis ideas desde el inicio de este proyecto y por guiarme para obtener los resultados de este proyecto de grado. Al jurado calificador Álvaro Vallejo y John Faber Archila por sus aportes valiosos al proyecto.

Agradezco a Dispentek a su equipo de trabajo por toda su colaboración, por el apoyo que me brindaron y el respaldo para realizar este proyecto en la empresa que juntos trabajamos para culminar con éxito este objetivo.

Muchísimas Gracias.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico a Dios, quien me ha dado la fortaleza espiritual y mental para seguir adelante en mi carrera.

A mi familia; mis padres: Jesús Martínez Martínez y Cecilia Sierra de Martínez por su apoyo incondicional tanto económico como espiritual y que ha pesar de la distancia siempre hemos estado unidos de corazón; a mi esposo Gabriel Andrés Galvis Remolina quien me ha aconsejado, estimulado y acompañado en todos mis triunfos.

No puedo olvidar a mis amigos y compañeros con quienes he compartido importantes momentos de mi vida y he crecido como persona y como profesional.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	1
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	4
1.1 TITULO DEL PROYECTO	4
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 ALCANCES DEL PROYECTO	5
1.4 IMPACTO ESPERADO	5
1.5 METODOLOGIA DEL PROCESO DE DISEÑO	5
1.5.1 Investigación	5
1.5.2 Análisis de Información	6
1.5.3 Bocetos	6
1.5.4 Desarrollo de Alternativas	6
1.5.5 Selección de Alternativas	6
1.5.6 Construcción de modelos de prueba técnica	6
1.5.7 Comprobación técnica	7
1.5.8 Construcción de modelos de prueba ergonómica	7
1.5.9 Comprobación ergonómica	7
1.5.10 Proceso productivo	7
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	8
2.1 ORIGEN DE DISPENTEK	8
2.2 MISION	9
2.3 VISIÓN	9
2.4 OBJETIVOS	9
2.5 POLÍTICA DE CALIDAD	10
2.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	10
2.7 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS	11

2.8 FORTALEZAS, DEBILIDADES, AMENAZAS Y OPORTUNIDADES	11
3. ESTADO DEL ARTE	13
3.1 EL VENDING	13
3.2 MODELOS DE DISPENSADORES EN EL MERCADO	14
3.2.1 Dispensador de papel higiénico con impresiones.	14
3.2.2 Dispensador de extracción y medida manual.	15
3.2.3 Dispensador empresa Libélula	15
3.3 DISPENSADOR ACTUAL DE DISPENTEK	16
3.3.1 Análisis matemático.	18
4. ESTUDIO DE NECESIDADES PARA EL REDISEÑO DEL DISPENSADOR	19
4.1 NECESIDAD DE LA INFORMACIÓN	19
4.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	20
4.3 METODOLOGÍA	20
4.4 DISEÑO DE MUESTRA	21
4.5 TAMAÑO DE MUESTRA	21
4.6 TRABAJO DE CAMPO	23
4.7 ANÁLISIS DE DATOS	23
4.7.1 Dispentek.	23
4.7.1.1 Dificultades	23
4.7.1.2 Materiales	24
4.7.1.3 Expectativas	24
4.7.1.4 Conclusiones Dispentek:	25
4.7.2 Clientes	25
4.7.2.2 Expectativas	26
4.7.2.3 Conclusiones Clientes:	26
4.7.3 Usuarios.	27
5. REDISEÑO DEL DISPENSADOR	31
5.1 REDISEÑO DE LAS CAJAS	31
5.1.1 Simulación ergonómica	31
5.1.2 Análisis matemático.	37

5.1.3 Conclusiones rediseño de las cajas.	40
5.2 DISEÑO DEL DISPENSADOR	43
5.2.1 Alternativa 1	44
5.2.2 Alternativa 2	47
5.2.3 Alternativa 3	49
5.2.4 Selección de alternativa	51
5.2.6 Viabilidad	56
5.2.7 Modelo final	58
5.2.8 Comprobacion tecnica	64
5.2.9 Diseño electronico	67
5.2.10 Evolución marca DISPENTEK	71
6. DISEÑO DEL PROCESO	123
6.1 PRODUCTOS	123
6.1.1 Estructura de los productos	124
6.2 PROCESOS	126
6.2.1 Secuencia de los procesos	127
6.2.2 Distribución del área de producción	136
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	142
ANEXOS	144

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Dispensador rsstroom reader	14
Figura 2. Dispensador extracción y medida manual	15
Figura 3. Dispensador de preservativos Libélula	15
Figura 4. Dispensador modelo A. Dispentek	16
Figura 5. Modelo B Dispentek	17
Figura 6. Dispensadores Dispentek	17
Figura 7. Análisis matemático actual dispensador.	18
Figura 8. Porcentaje de usuarios que utilizan el dispensador	27
Figura 9. Porcentaje de usuarios desearían utilizar el dispensador	28
Figura 10. Porcentaje de usuarios que tenido fallas con el dispensador	28
Figura 11. Porcentaje de usuarios con dificultades al usar el dispensador	29
Figura 12. Porcentaje que desean mejorar el dispensador	29
Figura 13. Ubicación para la simulación	32
Figura 14. Modelos de simulación ergonómica	33
Figura 15. Procedimiento simulación ergonómica	34
Figura 16. Preferencia de alternativas para rediseño de cajas	35
Figura 17. Porcentaje de manipulación correcta e incorrecta de alternativas.	35
Figura 18. Relación de comodidad para las tres alternativas de cajas	36
Figura 19. Análisis matemático de opción 1 de cajas	37
Figura 20. Análisis matemático de opción 2 de cajas	38
Figura 21. Análisis matemático de opción 3 de cajas	39
Figura 22. Desarrollo de la caja final	42
Figura 23. Simulación en 3D de la caja final	43
Figura 24. Simulación en 3D de alternativa 1 de dispensador	44
Figura 25. Simulación en 3D de alternativa 2 de dispensador	47
Figura 26. Simulación en 3D de alternativa 3 de dispensador	49

Figura 27. Evolución1	53
Figura 28. Selección de evolución1	53
Figura 29. Evolución 2.	54
Figura 30. Selección de evolución 2	54
Figura 31. Evolución 3	55
Figura 32. Selección de evolución 3	55
Figura 33. Opciones de selección de alternativas	56
Figura 34. Modelo Final.	58
Figura 35. Vista interna de parte posterior del dispensador.	59
Figura 36. Dimensiones eje	60
Figura 37. Dimensiones tolva	61
Figura 38. Secuencia de movimiento 1.	62
Figura 39. Secuencia de movimiento 2	63
Figura 40. Comprobación técnica, Instalación.	65
Figura 41. Comprobación técnica, Pruebas.	65
Figura 42. Comprobación técnica, Correcciones.	66
Figura 43. PCB Dispentek	70
Figura 44. Escenario 1	74
Figura 45. Escenario 2	74
Figura 46. Escenario 3	75
Figura 47. Instrucciones de mantenimiento del dispensador	75
Figura 48. Imagen del dispensador	76
Figura 49. Instalación	77
Figura 50. Almacenamiento	78
Figura 51. Prueba usuario.	80
5.2.12 Diseño urbano	81
Figura 52. Malla inicial con refinamiento en la ventana	85
Figura 53. Escenario 300N	85
Figura 54. Esfuerzo equivalente para 300 N	86
Figura 55. Esfuerzo cortante máximo para 300N	86

Figura 56. Deformación total para 300N	87
Figura 57. Factor de seguridad según la teoría de esfuerzo equivalente a 300N	87
Figura 58. Factor de seguridad en el acrílico según la teoría del esfuerzo equivalente a 300N.	88
Figura 59. Factor de seguridad según teoría de cortante máximo	88
Figura 60. Malla fina	89
Figura 61. Escenario a 400N y malla fina	89
Figura 62. Esfuerzos equivalente o de von-mises a 400N malla fina	90
Figura 63. Máximo esfuerzo cortante a 400N malla fina	90
Figura 64. Deformación total con 400N	91
Figura 65. Esfuerzos Equivalentes en el acrílico con 400N malla fina	91
Figura 66. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente malla fina	92
Figura 67. Factor de seguridad según esfuerzo cortante máximo malla fina	92
Figura 68. Malla gruesa	93
Figura 69. Mismo escenario con 400N	93
Figura 70. Esfuerzo equivalente a 400N y malla gruesa	94
Figura 71. Esfuerzos cortantes máximos a 400N malla gruesa	94
Figura 72. Deformación total a 400N malla gruesa	95
Figura 73. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente a 400N malla gruesa	95
Figura 74. Factor de seguridad según cortante máximo a 400N malla gruesa	96
Figura 75. Malla empleada en el análisis o malla final	97
Figura 76. Detalle de la malla final	97
Figura 77. Escenario 450N	98
Figura 78. Esfuerzo equivalente a 450N	98
Figura 79. Esfuerzo cortante máximo a 450N	99
Figura 80. Deformación total con 450N	99
Figura 81. Esfuerzo equivalente a 450N para el acrílico	100
Figura 82. Factor de seguridad según criterio de esfuerzo equivalente	100
Figura 83. Factor de seguridad según criterio de cortante máximo	101
Figura 84. Escenario 450N	101

Figura 85. Esfuerzo equivalente a 500N	102
Figura 86. Esfuerzo cortante máximo a 500N	102
Figura 87. Deformación máxima con 500N	103
Figura 88. Esfuerzo equivalente para la carcasa sin el acrílico a 500N	103
Figura 89. Esfuerzo equivalente en el acrílico con 500N	104
Figura 90. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente con 500N	104
Figura 91. Factor de seguridad según cortante máximo con 500N	105
Figura 92. Factor de seguridad según cortante máximo para 500N para el acrílico	105
Figura 93. Factor de seguridad según cortante máximo para la carcasa sin acrílico con 500N	106
Figura 94. Esfuerzo equivalente a 550N	107
Figura 95. Esfuerzo cortante máximo a 550N	107
Figura 96. Deformación total con 550N	108
Figura 97. Esfuerzo equivalente en la carcasa sin acrílico con 550N	108
Figura 98. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente	109
Figura 99. Factor de seguridad según cortante máximo a 550N	109
Figura 100. Factor de seguridad según cortante máximo para el acrílico con 550N	110
Figura 101. Esfuerzo equivalente para 600N	111
Figura 102. Máximo esfuerzo cortante a 600N	111
Figura 103. Deformación total con 600N	112
Figura 104. Esfuerzo equivalente con 600N para la carcasa sin acrílico	112
Figura 105. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente con 600N	113
Figura 106. Factor de seguridad según Esfuerzo equivalente con 600N en el acrílico	113
Figura 107. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente con 600N en la carcasa sola	114
Figura 108. Factor de seguridad según esfuerzo cortante máximo con 600N	114

Figura 109. Factor de seguridad según cortante máximo con 600N en el acrílico	115
Figura 110. Factor de seguridad de la carcasa según cortante máximo con 600N en la carcasa sola	115
Figura 111. Máximos esfuerzos cortantes a 750N	116
Figura 112. Deformación total con 750N	117
Figura 113. Esfuerzo equivalente en la carcasa	117
Figura 114. Esfuerzo equivalente en el acrílico	118
Figura 115. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente a 750N	118
Figura 116. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente para 750N en el acrílico	119
Figura 117. Factor de seguridad según cortante máximo con 750N	119
Figura 118. Factor de seguridad según cortante máximo para 750N	120
Figura 119. Modelo final.	121
Figura 120. Plano presentación Dispensador.	125
Figura 121. Plano presentación despiece.	125
Figura 122. Caja plegadiza de cartón.	126
Figura 123. Planta baja oficinas de Dispentek.	137
Figura 124. Segunda Planta oficinas de Dispentek.	137
Figura 125. Distribución de Planta taller de aceros.	138

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Matriz dofa de la empresa	12
Tabla 2. Variables Experimentales para rediseño de cajas	32
Tabla 3. QFD para selección de alternativa de dispensador.	52
Tabla 4. Costos.	57
Tabla 5. Características motor anterior. Catalogo Dynamo	68
Tabla 6. Características micro-motor. Catalogo Dynamo	69
Tabla 7. Variables experimentales para comprobación ergonómica	72
Tabla 9. Lista de materiales caja plegadiza	126
6.2.1 Secuencia de los procesos	127
Tabla 10. Diagrama de operaciones proceso productivo	132
Tabla 11. Materiales requeridos para dispensador	133
Tabla 12 Diagrama de operaciones para fabricación de cajas plegadizas de DISPENTEK.	135
Tabla 13. Equipo requeridos para construcción de cajas	136

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. ORGANIGRAMA DE DISPENTEK	145
ANEXO B. FORMATOS DE ANALISIS DE NECESIDADES DE REDISEÑO DEL DISEPENSADOR	146
ANEXO C. FORMATOS DE ANALISIS PARA LA SIMULACIÓN ERGONOMICA DE LAS CAJAS DE UNIDAD DE PRODUCTO	148
ANEXO D. CONCEPTO DISEÑO URBANO PRINCIPIOS DEL DISEÑO URBANO	149 150
ANEXO F. INSTRUCCIONES DE INSTACION Y MANTENIMIENTO	152
ANEXO F. NORMATIVA PARA UBICACIÓN DE LOS ELEMNTOS EN LOS BAÑOS PUBLICOS	154
ANEXO G. INFORME ANALISIS DE ESFUERZO	155
ANEXO H. PLANOS TECNICOS	187



Bucaramanga, 21 de Mayo de 2009

Comunicación DISPENTEK- 06-384  
Página 1 de 1

**SEÑORES  
COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
FACULTAD INGENIERIA FISICO MECANICAS  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Ref:** Práctica empresarial realizada por estudiante de  
Diseño Industrial en la empresa DISPENTEK

Apreciados Señores;

Por medio de la presente y en calidad de Director Ejecutivo de la empresa DISPENTEK inscrita ante la cámara de comercio de Bucaramanga con NIT 91499476-5, certifico que el trabajo realizado en modalidad de práctica empresarial denominado "DISEÑO, REDISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN DISPENSADOR ELECTRÓNICO DE PAPEL HIGIÉNICO PARA USO URBANO EN LA EMPRESA DISPENTEK" realizado por la estudiante Diana Milena Martínez Sierra con código UIS No. 2010784 y con cedula de ciudadanía número 6'354.3295 de San Gil, cumple satisfactoriamente con los objetivos y las expectativas planteadas inicialmente en plan de proyecto propuesto a la empresa. La labor profesional realizada por la estudiante ha contribuido de manera significativa al mejoramiento de la productividad y competitividad de nuestra empresa.

Agradezco a ustedes la atención prestada y me pongo a su disposición para cualquier requerimiento que surja al respecto.

Cordialmente,

**YON CADENA**  
Director Ejecutivo  
DISPENTEK  
Dispensadores Electrónicos



Dirección: Cra 26 # 14 - 34 Ofc. 401  
Telefono: 6-329407 Cel: 310-882 8923  
Correo: dispentek-soluciones@hotmail.com

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO, REDISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN DISPENSADOR ELECTRÓNICO DE PAPEL HIGIÉNICO PARA USO URBANO EN LA EMPRESA DISPEN TEK\*

**AUTORA:** Diana Milena Martínez Sierra \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Diseño, Dispensador, Bucaramanga, Baños Públicos, Papel Higiénico

### CONTENIDO:

Esta práctica nace de la necesidad de la empresa DISPEN TEK de diversificar su portafolio de productos. Consistió en el desarrollo de un primer modelo funcional con materiales reales de un dispensador electrónico de papel higiénico para la utilización en los baños públicos. Dando la posibilidad a las entidades prestadoras del servicio minimizar el desperdicio y mejorando la higiene de prestar este servicio. Actualmente estos dispensadores no son producidos en el municipio de Bucaramanga cerrando a la empresa en la posibilidad de ser solo distribuidores.

El desarrollo del diseño se baso en los resultados obtenidos por una encuesta realizada a los usuarios y entrevistas a cliente y al interior de Dispentek, y al analizar los datos se detectar las principales inconformidades que siente los usuarios, clientes y la empresa respecto al dispensador siendo las mas sobre salientes el poco capacidad de almacenamiento, constantes fallas y su inadecuado estética. Es así como se establecieron los requerimientos del producto en cuanto a su forma, capacidad y función; diseñando un proceso de producción para su posterior comercialización.

Se rediseño la caja del dispensador, parte crucial del buen funcionamiento, de la misma forma se proponen tres alternativas para el dispensador siendo analizadas por ventajas y desventajas, análisis matemático identidad y finalmente evaluadas realizando un QFD para seleccionar la alternativa que mejor cumple las características buscadas y priorizadas.

Una vez elegida la mejor alternativa se procede a desarrollar el rediseño del dispensador mejorando sus deficiencias para obtener un producto acorde con los requerimientos planteados. Es así como se crea el primer modelo funcional de dispensador electrónico, siendo este el primer acercamiento a un prototipo y posterior producción en serie.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad Ingeniería Físico Mecánicas. Escuela Diseño Industrial. Director Jairo Córdoba

## SUMMARY

**TITLE:** DESIGN, REDESIGN AND DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC TOILET PAPER DISPENSER FOR USE IN URBAN ENTERPRISE DISPENTEK \*

**AUTHOR:** Diana Milena Martínez Sierra \*\*

**KEYWORDS:** Design, Dispenser, Bucaramanga, Public toilets, toilet paper.

### CONTENTS:

This practice stems from the need DISPENTEK the company to diversify its product portfolio. Was the development of a first working model of an actual material with electronic toilet paper dispenser for use in bathrooms public. Giving the possibility to entities providing services to minimize waste and improve the hygiene of this service. Currently these providers are not produced in the city of Bucaramanga to closing the company can only be distributors.

The developments of the design was based on the results of a survey of users and interviews with client and internal Dispentek, and analyze data to detect irregularities that feels most users, customers and the company relative to the dispenser to be the most salient on the little storage capacity, constant failures and inadequate aesthetic. Thus were established product requirements in terms of form, function and capacity, by designing a production process for its subsequent commercialization.

It was the redesign of the dispenser box, a crucial part of good performance, just as proposed three alternatives to be analyzed by the dispenser advantages and disadvantages, mathematical analysis to assess identity and conducting a QFD to select the alternative that best meets the characteristics sought and prioritized.

Once you have chosen the best alternative is to develop the redesign of the dispenser to improve their weaknesses for a product line with the requirements laid. Thus is created the first working model of electronic dispenser, which is the first approach to a prototype and subsequent series production.

---

\* Final Undergraduate Project

\*\* Department of Physic and Mechanic Engineering. Industrial Design School. Director Jairo Córdoba.

## INTRODUCCIÓN

Conocer la situación y reconocer que existe la posibilidad de impactar favorablemente el entorno puede significar un cambio en las conductas de las personas y repercutir en el aprovechamiento de los recursos naturales.

Las organizaciones comerciales, educativas, prestadoras de servicios de salud, almacenes de cadena y demás que prestan el servicio de baño público, tienen la responsabilidad social de ofrecer servicios básicos para la higiene y salud de sus clientes, estos servicios comprenden el consumo de productos como: papel higiénico, jabón, preservativos, toallas higiénicas y pañuelos faciales. Sin embargo la posibilidad de que el usuario sea quien administre las cantidades de producto a utilizar, sin ninguna restricción, conduce al desperdicio, al consumo desmedido y al hurto lo que genera altos costos de mantenimiento y servicios de higiene y salud deficientes.

La problemática identificada en la prestación del servicio de baños públicos esta relacionada con los siguientes factores: control del orden del lugar, aseo, desperdicio, higiene, mantenimiento, vandalismo y hurto. Como consecuencia el consumo y desperdicio de papel higiénico aumenta y los costos asumidos por mantenimiento e higiene en centros comerciales de la zona metropolitana de Bucaramanga ascienden en promedio a treinta y cinco millones de pesos anuales (\$35.000.000)<sup>5</sup>, sin tener en cuenta gastos producidos por hurto y vandalismo. Debido a esta problemática y a la ausencia de control en el consumo de los productos algunas empresas prefieren retirar el servicio de baño público dentro de sus instalaciones o en el mejor de los casos delegar la responsabilidad de la prestación del servicio a particulares sin las mínimas medidas de higiene y salud.

---

<sup>5</sup> DISPEN TEK, Documento "Plan de negocios empresa DISPEN TEK", Bucaramanga (2008)

Actualmente cualquier acción que deteriore el medio ambiente cuenta en gran medida para los años venideros, la contaminación generada por los desechos que produce el hombre esta haciendo que cada vez sea más difícil aprovechar y mantener los recursos naturales que posee el planeta. Según algunos expertos “El volumen de desechos urbanos sigue creciendo sin cesar y su capacidad para degradarse naturalmente decrece”<sup>6</sup>; así mismo las grandes compañías están siendo presionadas socialmente para que tomen medidas concretas orientadas a disminuir la producción de desechos que contaminen el aire, las fuentes naturales de agua y que demanden recursos no renovables para su producción. Por esto se hace necesario proponer alternativas para sensibilizar al usuario frente al uso racional de los recursos e incidir directamente en la administración de los productos de higiene personal y salud utilizados en los baños públicos. Para ello se plantea el suministro de unidades de producto con estándares de higiene y calidad por medio de dispensadores electrónicos que contribuyan a eliminar: el uso desmedido, el desperdicio, el hurto y que a la vez provean al establecimiento de un elemento estético, decorativo y funcional que favorezca la prestación del servicio en sus instalaciones y que finalmente traslade un porcentaje del costo total del servicio al usuario.

Según análisis previos realizados por Dispentek “la no utilización de dispensadores de productos de higiene en los baños públicos afecta negativamente a la empresa prestadora del servicio, al usuario final y al medio ambiente. A la empresa porque aumenta el nivel de insatisfacción del cliente ante la ausencia del producto y porque eleva los costos de prestación del servicio; al usuario final porque aumenta el riesgo de contraer infecciones y enfermedades por la incorrecta manipulación de los productos; y al ambiente porque se genera más desperdicio, se contamina y se consumen más recursos naturales para producir papel e insumos de higiene”.

---

<sup>6</sup> Comisión Nacional Suiza para la UNESCO, Los Desechos Urbanos un Problema Global Montevideo (2004).

Teniendo en cuenta estos problemas y recomendaciones el presente trabajo de grado buscar diseñar un modelo funcional de un dispensador electrónico partiendo del modelo que actualmente comercializa la empresa con el objetivo de mejorar la experiencia del usuario y satisfacer sus necesidades actuales.

## **1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1 TITULO DEL PROYECTO**

Diseño, rediseño y elaboración de un dispensador electrónico de papel higiénico para uso urbano en la empresa Dispentek.

### **1.2 OBJETIVOS**

#### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar y Elaborar un dispensador electrónico de papel higiénico para baños públicos partiendo del actual modelo utilizado en la empresa DISPENTEK.

#### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Rediseñar el dispensador de papel higiénico comercializado en la actualidad.
- Diseñar teniendo en cuenta parámetros de Diseño Urbano.
- Realizar un trabajo interdisciplinario en conjunto con un estudiante de ingeniería electrónica.
- Satisfacer las necesidades de los usuarios expresadas en las encuestas y entrevistas.
- Diseñar un proceso de producción para la posterior comercialización del dispensador.

### **1.3 ALCANCES DEL PROYECTO**

El proyecto comprende la realización del proceso de diseño industrial para la elaboración de un dispensador electrónico de papel higiénico. Este proceso comprende etapas de investigación, análisis de información, desarrollo de alternativas, evaluación y selección, diseño del producto y del proceso, comprobación técnica y la construcción del modelo. De igual forma se elaborará la parte electrónica del producto a través del trabajo interdisciplinario realizado en conjunto con un estudiante de ingeniería electrónica.

### **1.4 IMPACTO ESPERADO**

De no iniciar un cambio educativo en los servicios prestados en los baños públicos los daños y costos materiales y ambientales mencionados anteriormente seguirán en ascenso. Se hace necesario entonces dar más confiabilidad en el uso de los Dispensadores Electrónicos para papel higiénico, ofreciendo un diseño nuevo con una estructura y un funcionamiento acorde con las tendencias de decoración de interiores en baños públicos. Además de mejorar la tecnología empleada, su lenguaje de uso y un mejor control en el suministro de producto. Se espera también utilizar materiales adecuados para soportar el uso urbano al que son sometidos estos aparatos. El proceso se orientara bajo características de producción eficiente, optimizando costos de producción, materiales y energías utilizadas.

### **1.5 METODOLOGIA DEL PROCESO DE DISEÑO**

#### **1.5.1 Investigación**

- Estado del arte
- Ventajas y desventajas de lo existente

- Diseño de encuestas y análisis de datos

### **1.5.2 Análisis de Información**

- Aplicación de las encuestas
- Toma de muestra
- Trabajo de campo
- Análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados
- Conclusiones
- Parámetros de diseño
- Restricciones

### **1.5.3 Bocetos**

- Lluvia de ideas
- Realizar bocetos
- Mecanismo
- Carcasa
- Parte electrónica

### **1.5.4 Desarrollo de Alternativas**

- Selección de bocetos
- Selección de materiales
- Diseño de alternativas
- Análisis ventajas y desventajas

### **1.5.5 Selección de Alternativas**

- Aplicación del método de selección

### **1.5.6 Construcción de modelos de prueba técnica**

- Diseño electrónico

- Diseño mecánico
- Diseño tolva de cajas
- Ensamble

#### **1.5.7 Comprobación técnica**

- Prueba de funcionamiento
- Correcciones
- Conclusiones

#### **1.5.8 Construcción de modelos de prueba ergonómica**

- Diseño de interfaz
- Lenguaje de uso: calcomanías
- Instrucciones de instalación y almacenamiento
- Construcción de la carcasa
- Ensamble

#### **1.5.9 Comprobación ergonómica**

- Diseño de la prueba
- Toma de muestra
- Aplicar la prueba
- Recolección de datos
- Análisis y Conclusiones

#### **1.5.10 Proceso productivo**

- Diseño del proceso productivo
- Diagrama de flujo del proceso

## **2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

DISPENTEK es una empresa de naturaleza privada organizada bajo las leyes colombianas, regida por las normas del código civil y de comercio. Con registro mercantil número 91499476-5 del departamento de Santander.

### **2.1 ORIGEN DE DISPENTEK**

Dispentek nace en 2003 con el objetivo de buscar soluciones al gasto excesivo de papel higiénico en los centros comerciales de la ciudad de Bucaramanga. Fue la primera empresa en Colombia que comercializó dispensadores electrónicos de papel higiénico para baños públicos, lo que le permitió crear un nuevo segmento de mercado en sistemas vending<sup>7</sup> utilizados en ciudades como: Bucaramanga, Barranquilla, Pasto y Medellín. Para el 2006 la empresa se consolida como la líder en soluciones integrales para la higiene personal y sanitaria, revolucionando el uso de productos de higiene personal en baños públicos, ofreciendo: papel higiénico, toallas higiénicas, protectores diarios, preservativos, pañales, direccionadores unitarios, jabón, champú, rinse, entre otros. Actualmente DISPENTEK planea iniciar procesos de diseño y producción entre otros varios procesos de certificación para lograr convertirse en una empresa responsable social y ambientalmente, líder en soluciones integrales para la higiene personal en baños públicos en el mercado nacional y latinoamericano.

---

<sup>7</sup> Vending es un neologismo en voz inglesa que se utiliza para denominar el sistema de ventas por medio de máquinas auto expendedoras accionadas por diversos medios de pago.

## **2.2 MISION**

Mejorar la calidad de vida a los usuarios de baños públicos y ser una solución para las organizaciones que prestan el servicio, mediante el uso de dispensadores electrónicos ofreciendo a nuestros usuarios soluciones integrales en productos de higiene personal y comunicación corporativa a nivel nacional y de Latinoamérica actuando siempre con responsabilidad económica, social y ambiental.

## **2.3 VISIÓN**

DISPENTEK será reconocida a nivel internacional como una empresa integral y sostenible que trabaja por mejorar constantemente la higiene personal en baños públicos, comunicando tendencias y publicidad. Certificados con normas técnicas ISO 9001 y 14001, capaz de generar sus propios recursos para investigar y desarrollar nuevos productos y servicios.

## **2.4 OBJETIVOS**

El objetivo principal es: “Diseñar, desarrollar y comercializar dispensadores electrónicos y suministros para mejorar la calidad de vida” para ello la empresa tiene los siguientes propósitos prioritarios:

- Asegurar la satisfacción de nuestros clientes, ofreciendo productos de calidad a través de la estandarización de procesos productivos.
- Mejorar continuamente nuestros productos, basándonos en la investigación e innovación de los mismos.
- Crear y desarrollar nuevos productos, con base en las necesidades y tendencias del entorno.

- Mantener un recurso humano calificado y competente brindando la capacitación y formación necesaria para el óptimo desempeño de sus funciones.
- Brindar los recursos necesarios para el buen desarrollo de las actividades referentes a la calidad, la investigación y la innovación.

## **2.5 POLÍTICA DE CALIDAD**

Brindar a nuestros clientes soluciones tecnológicas orientadas al desarrollo sostenible que satisfagan sus necesidades y superen sus expectativas, ofreciendo productos y servicios de la más alta calidad, contando con talento humano idóneo y calificado, promoviendo la mejora continua a través de la investigación e innovación en todos nuestros procesos.

## **2.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

La empresa desde sus inicios ha mostrado un tipo de organización vertical, en donde se mantiene comunicación entre todas las áreas tanto administrativas como productivas. El organigrama de dicha estructura se puede observar en el anexo 1, en donde se aprecian además los objetivos que cada departamento debe cumplir. Sin embargo es necesario aclarar que el área productiva de la empresa relacionada con la fabricación de dispensadores es subcontratada con ACEROS 21 empresa encargada de fabricar las carcasas y las tolvas; el circuito electrónico, la fabricación de las cajas de unidades de producto y la publicidad de los dispensadores son fabricados por Dispentek.

## 2.7 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

La empresa comercializa dispensadores electrónicos y produce cajas de empaque para unidades de producto de higiene personal en baños públicos, los productos que dispensa el sistema son: papel higiénico, toallas higiénicas, protectores diarios, preservativos, pañales, direccionadores unitarios, sobres de jabón y champú. Así mismo se prestan los servicios de diseño y promoción publicitaria ubicados en la cara frontal del dispensador y en las cajitas de los productos.

## 2.8 FORTALEZAS, DEBILIDADES, AMENAZAS Y OPORTUNIDADES

En la siguiente matriz DOFA se identifican las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, con el objetivo de definir las características con las que cuenta la empresa.

<b>DEBILIDADES</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<p>Poca tecnología en el proceso productivo.</p> <p>Subcontratación de la producción de dispensadores (carcasas, tolvas y circuitos) para los dispensadores.</p> <p>Falta sistematización en el control de la calidad y el cumplimiento de la garantía y soporte técnico.</p> <p>Escasa utilización de nuevas tecnologías y publicaciones.</p> <p>Débil comunicación entre vendedores y responsables de producción.</p> <p>Falta de organización sobre las funciones de cada empleado.</p> <p>Ausencia de un área de trabajo definida para la producción de cajas de unidad de producto.</p> <p>Las cajas algunas veces son producidas fuera de la empresa.</p>	<p>Ampliar las líneas de productos en los dispensadores: incluir alimentos sólidos y líquidos para personas y mascotas; además de productos farmacéuticos de consumo masivo como tapabocas y jeringas.</p> <p>Apojar los planes de mejoramiento en los procesos productivos y administrativos.</p> <p>Empleo de tecnologías sostenibles e innovaciones para desarrollar nuevos productos y servicios.</p> <p>Aumentar el número de clientes nacionales e internacionales con la comercialización de nuevas líneas de productos por medio de una plataforma web.</p> <p>Elaborar del plan de negocios donde se especifica las funciones y responsabilidades del personal en la</p>

	empresa.
<b>FORTALEZAS</b>	<b>AMENAZAS</b>
<p>La empresa es reconocida por la calidad de los productos que comercializa y produce.</p> <p>Las unidades de producto que dispensan sus aparatos son variadas y útiles en los baños públicos.</p> <p>La empresa esta asociada con los conceptos de higiene y buena presentación de sus productos.</p> <p>El recurso humano de la empresa tiene un excelente sentido de pertenencia y responsabilidad.</p> <p>Es una empresa pionera en el servicio de dispensadores electrónicos de productos de higiene en baños públicos.</p> <p>Es generalizada la aceptación hacia nuevos cambios.</p> <p>Cumplimiento oportuno y satisfactorio en la contratación de recurso humano.</p> <p>Capital monetario y laboral, para emprender nuevos negocios.</p>	<p>Creciente surgimiento de nuevas empresas que brindan al mercado productos y servicios similares de menor precio.</p> <p>Importaciones de productos similares provenientes de países como Estados Unidos y México.</p> <p>Existencia y presencia en Colombia de enfermedades infecciosas como la influenza tipo A N1H1 y la gripa aviar entre otras.</p>

Tabla 1. Matriz dofa de la empresa

### 3. ESTADO DEL ARTE

#### 3.1 EL VENDING

Se conoce como vending al proceso de adquirir productos a través de una máquina expendedora. Es una práctica que inicia en los años ochenta y que desde mediados de los noventa ha venido ganando más adeptos. Poco a poco el vending se ha ido implantando en lugares tan distintos como empresas (grandes, medianas y pequeñas, públicas o privadas), hospitales, centros educativos, estaciones de servicio, aeropuertos, hoteles, industrias, centros de ocio y gimnasios; siempre con objetivo de acercar el producto al cliente, con las máximas facilidades.

A nivel mundial el mercado de vending se encuentra desarrollado en Estados Unidos y Japón donde según datos de DBK<sup>8</sup> se sitúan 34 máquinas expendedoras por cada mil habitantes, le siguen Francia y Alemania con 16 máquinas y luego Inglaterra con 8.5 por cada mil habitantes. Lo que indica un alto mercado por cubrir.

En términos de crecimiento se estima que en la Unión Europea entre 2007-2008 el mercado aumento un 4% más que el periodo anterior alcanzando los 2.145 millones de euros en promedio. Los segmentos que se manejan son:

- Alimentación: bebidas, café, bollería, snacks, helados.
- Productos no perecederos: películas, libros, pilas, auriculares, preservativos, elementos de aseo personal.
- Servicios: acceso a Internet, recarga de móviles, fotografía digital.

---

<sup>8</sup> <http://www.dbk.es/esp/default.cfm?idpagina=6> DBK Análisis Sectorial, Empresa española especializada en la elaboración de estudios de análisis sectorial y de competencia.

- Tabaco: que es un mercado prácticamente reservado a propietarios de bares.

En Colombia el vending es un mercado reciente que orienta sus productos sobre todo a alimentos, bebidas y snacks y en algunas ciudades capitales al tabaco. En la comercialización de productos de aseo e higiene personal actualmente encontramos registradas ante Cámara de Comercio a: Distelectronica (Bogota), CustomWorks S.A (Valle del Cauca) y Dispentek Santander).

### 3.2 MODELOS DE DISPENSADORES EN EL MERCADO

De los modelos encontrados en el mercado existen dispensadores electrónicos y mecánicos. Para efectos de este proyecto de grado se analizará los dispensadores electrónicos sin embargo se analizó un dispensador manual que en la actualidad se usa en los centros comerciales de Bucaramanga que no usa los dispensadores Dispentek.

#### 3.2.1 Dispensador de papel higiénico con impresiones.

Papel que contiene textos para que el usuario pueda leer mientras se encuentra en el baño.



Ventajas: fomenta la lectura, es un objeto entremetido y despierta la curiosidad en el usuario.

Desventaja: Altos costos de producción y no se estima el riesgo que puede producir el uso de tintas con las que se

realizan las impresiones del texto.

Figura 1. Dispensador rsstream reader

### 3.2.2 Dispensador de extracción y medida manual.

Este modelo es eficiente pero permite el desperdicio de papel por no poder administrar cantidades exactas al usuario.



Figura 2. Dispensador extracción y medida manual

Ventajas: Presentación del dispensador.

Desventajas: Desperdicio y abuso del producto con las manos mojadas, la posibilidad de hurto y contaminación del insumo.

### 3.2.3 Dispensador empresa Libélula

Este modelo es el producido por la empresa Libélula de Bogotá es el modelo que se maneja desde 2006.



Figura 3. Dispensador de preservativos Libélula

Ventajas: Modelo eficiente, utilización de acero como material del dispensador

Desventajas: La presentación del dispensador, la publicidad que maneja y el lenguaje de uso.

### 3.3 DISPENSADOR ACTUAL DE DISPENTEK

Actualmente la empresa produce dos tipos de dispensadores el modelo A y el modelo B



#### Modelo A:

Consiste en una manivela biela corredera que transforma el movimiento circular del motor en uno rectilíneo para empujar una cajita hasta la ranura de salida.

*Ventajas:* ocupa menos espacio de alto que el modelo B.

*Desventaja:* Este mecanismo es el que más ha necesitado mantenimiento por fallas y mal funcionamiento, esto se debe a que tiene más piezas el mecanismo y mayor posibilidad de falla.

Figura 4. Dispensador modelo A. Dispentek



trabas.

Modelo B:

Consiste en una manivela que empuja directamente la caja hasta la ranura de salida.

*Ventajas:* Funciona correctamente sin fallas en el mecanismo. Ocupa menos espacio de profundidad.

*Desventaja:* Necesita exactitud en el dimensionamiento y calculo para que el giro de cada paleta haga la ruta correcta evitando las

Figura 5. Modelo B Dispentek

Dispentek en centros comerciales, centro médicos y parques recreacionales:



Figura 6. Dispensadores Dispentek

### 3.3.1 Análisis matemático.

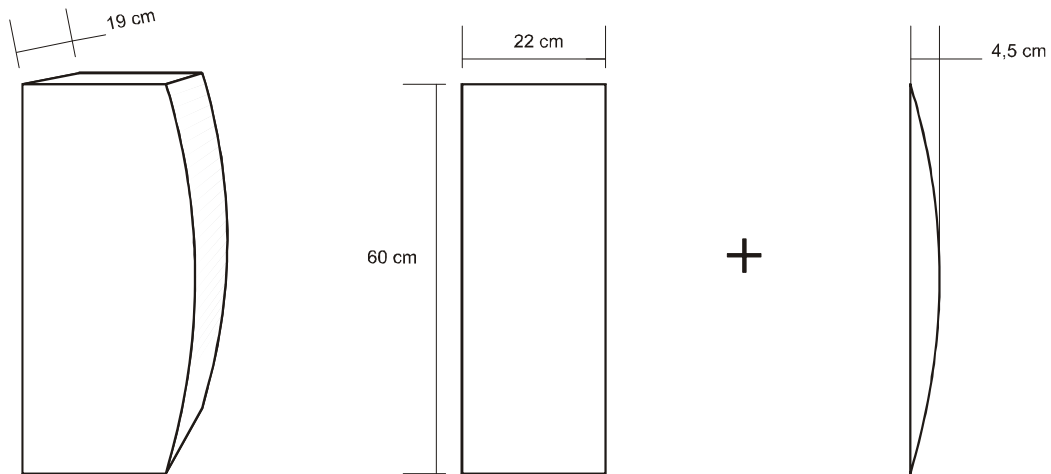


Figura 7. Análisis matemático actual dispensador.

$$\text{Volumen}_{\text{total}} = \text{Volumen}_{\text{rectangulo}} + \text{Volumen}_{\text{arco}}$$

$$\text{Volumen}_{\text{rectangulo}} = \text{Area}_{\text{rectangulo}} \times \text{Profundidad}$$

$$\text{Volumen}_{\text{rectangulo}} = (60 \times 22) \times (19) = 25080 \text{ cm}^3 = 250,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{arco}} = \text{Area}_{\text{arco}} \times \text{Profundidad}$$

$$\text{Volumen}_{\text{arco}} = \left(3 \left(\frac{4,5}{2}\right)^2 \pi\right) \times (19) \approx 906,55 \text{ cm}^3 \approx 9,07 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{total}} = 25080 + 906,55 = 25986,55 \text{ cm}^3 \approx 260 \text{ m}^3$$

## 4. ESTUDIO DE NECESIDADES PARA EL REDISEÑO DEL DISPENSADOR

### 4.1 NECESIDAD DE LA INFORMACIÓN

Es preciso conocer que falencias posee el dispensador actual para identificar los parámetros de diseño del nuevo dispensador. Para recolectar esta información se emplea tres fuentes diferentes pero equivalente en su valor informativo, que son:

- *Dispentek*: es la empresa interesada del estudio, considerada como fuente de información interna.
- *El cliente*: es la entidad que compra los dispensadores electrónicos y los insumos para el servicio de sus usuarios, es una fuente externa de información.
- *Los usuarios*: son los consumidores finales que interactúan en mayor medida con los dispensadores a través de los clientes, también son considerados fuente externa de información.

Se realizaron diferentes técnicas para descubrir la información necesaria que defina las necesidades de el mercado. A los directivos de Dispentek y a los Clientes se les realizaron entrevistas de tipo cualitativa realizando pregunta abiertas para obtener mayor información, mientras que, a los Usuarios se les aplicaron encuestas de tipo exploratoria utilizando preguntas dicotómicas y abiertas para conocer la tendencia del consumo y preferencias.

## 4.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

### *Dispentek:*

- Conocer los problemas y las dificultades que han tenido en la comercialización del dispensador.
- Recopilar información de los materiales utilizados.
- Identificar sus expectativas frente a un nuevo dispensador.

### *Clientes:*

- Identificar cuales han sido los problemas y las dificultades con el dispensador actual.
- Conocer las preferencias frente a un nuevo dispensador.

### *Usuarios:*

- Conocer la aceptación del producto en los usuarios y/o posibilidad de compra.
- Identificar los problemas y las dificultades al usar el dispensador.
- Identificar preferencias y deseos en un nuevo dispensador.

## 4.3 METODOLOGÍA

*Dispentek y Clientes:* Para recopilar los datos se realizaron entrevistas, para ello se entablo un diálogo con el entrevistado buscando documentar experiencias, apreciaciones, motivaciones y sensaciones frente al dispensador.

Los formatos utilizados para la recopilación de información pueden ser consultados en el anexo 2.

*Usuarios:* Se aplicaron encuestas que fueron documentadas por medio de un formato con preguntas cortas tipo dicotómica y abierta sobre sus hábitos de consumo, sus experiencias y expectativas de un nuevo dispensador.

Se destinaron las encuestas de la siguiente forma:

Dos terceras partes de las encuestas se les aplicaron a mujeres y una tercera parte a los hombres, esto debido a que la tendencia de consumo en los baños públicos de mujeres es el doble que el de los hombres<sup>9</sup>.

Los formatos utilizados para la recopilación de información pueden se consultados en el anexo 3.

#### **4.4 DISEÑO DE MUESTRA**

*Dispentek:* Se realizo una junta con los integrantes de la empresa en la cual se pregunto cada una de los puntos de la entrevista.

*Clientes:* Se visito algunos de los 16 sitios en donde ya se encuentra el dispensador y se realizo la entrevista a la persona encargada del mantenimiento del dispensador y/o el administrado del sitio.

*Usuarios:* Se seleccionaron personas de forma aleatoria donde cada usuario fue elegido según su llegada al sistema.

#### **4.5 TAMAÑO DE MUESTRA**

*Dispentek:* Se realizó 1 entrevista

*Clientes:* Se realizaron 10 entrevistas divididas de la siguiente manera:

- *Centros Comerciales:* 6 encuestas.

---

<sup>9</sup> Información aportada por la empresa Dispentek, resultado de investigaciones anteriores.

- *EPS*: 2 encuestas.
- *Centros de educativos*: 1 encuestas.
- *Otros establecimientos*: 1 encuestas.

*Usuarios*: Se calculo un tamaño de muestra de acuerdo con las siguientes medidas:

En los centros comerciales se calcula un promedio de 4500 usuarios<sup>10</sup> por mes. Por cada centro comercial  $(6) \times (4500) = 27000$  /mes. Por el tamaño de la población debemos aplicar una formula probabilística para una población menor a 100.000.

Parámetros:

n: Tamaño de muestra

N: Universo, población

P: Probabilidad de éxito 50% (0,50)

Q: Probabilidad de fracaso 50 % (0,50)

Z: Coeficiente de confianza, el mejor a utilizar en este caso es el 96%

$$n = M / 1 + M / N$$

$$M = Z / E^2$$

E: error muestral 4%

N = 27000

Z: Coeficiente confiabilidad 96%

Donde M = 60

$$n = 60 / 1 + 60 / 27000$$

$$n = 60 + 0,0022 = 60,0022$$

$$n \approx 60$$

---

<sup>10</sup> Dispentek, estudiando la demanda de cajas de papel higiénico por parte de los centros comerciales.

El tamaño de muestra es de 60 encuestas y para obtener mejores resultados y facilitar su análisis se decidió realizar 100 encuesta en total.

#### **4.6 TRABAJO DE CAMPO**

Las entrevistas y encuestas se realizaron entre el 15 y 25 de noviembre de 2008 en la ciudad de Bucaramanga. Los clientes que se entrevistaron fueron los responsables de mercadeo y planta física de los Centros comerciales: Cañaveral, La florida, Cuarta etapa, La quinta, Megamall y Mercadefam; Centros de salud: Saludcoop y Clínica Chicamocha; otros establecimientos: Parque Chicamocha y entidades educativas: UDES.

#### **4.7 ANÁLISIS DE DATOS**

Luego de obtener la información se procedió a documentar las respuestas obtenidas.

##### **4.7.1 Dispentek.**

Se analizaron de forma cualitativa las repuestas ofrecidas por la empresa en la entrevista, divididas en tres partes: dificultades, materiales y expectativas finalizando con las conclusiones Dispentek.

##### **4.7.1.1 Dificultades**

Las dificultades más relevantes relacionadas con el dispensador son:

- El motor se traba y se calienta, se muestra preocupado porque en el interior esta el papel y cartón lo que podría causar un incendio.
- Las cajas se atascan por su forma y por la velocidad del motor
- Se presenta hurto de las cajas al poderse introducir la mano por la ranura de salida.

- Los cambios de voltaje queman los transformadores.
- Hay cables a la vista y al alcance en el momento de almacenar las cajas.

#### **4.7.1.2 Materiales**

Con relación a los materiales utilizados (ventajas y desventajas)

- Acrílico:
  - Ventajas: transparencia, brillo natural, protege publicidad y es decorativo.
  - Desventajas: frágil (rayas y quiebres)
- Lamina kohl roll:
  - Ventajas: económica y liviana.
  - Desventajas: por el oxido necesita mantenimiento constante con pintura, insuficiente higiene por el oxido.
- Poliestireno:
  - Ventajas: resistente, de fácil manipulación y maquinado.
  - Desventajas: Mala presentación y pegues
- Acero inoxidable.
  - Ventajas: lucido, brillo natural, higiénico, resistente, seguro, fácil manipulación y maquinado.
  - Desventaja: aumento de costos.

#### **4.7.1.3 Expectativas**

Con respecto a los aspectos que le gustaría mejorar en los dispensadores se obtuvo:

- Publicidad en parte frontal de la empresa Dispentek.
- Disminuir el consumo de energía
- Aumentar el almacenamiento y en lo posible el tamaño

- Mejoras formal-estéticas

#### **4.7.1.4 Conclusiones Dispentek:**

- Es indispensable la precisión en el ensamble y construcción de las piezas para evitar atascamiento y posterior recalentamiento del sistema.
- Diseñar el dispensador para el uso y el abuso de los usuarios.
- Prevenir que la oscilación de voltaje afecte el funcionamiento del dispensador haciendo los ajustes necesarios como cambio de voltaje de alimentación o incluso cambio de referencia de motor.
- Evitar que los cables estén expuesto dentro de la caja para la persona que realiza el almacenamiento de las cajas.
- El material mas recomendado para la construcción del dispensador es el acero inoxidable y el acrílico en sus partes internas para evitar ser quebrado o rayado
- Es indispensable que la publicidad del dispensador este enfocada hacia la marca Dispentek.
- Para efectos de este proyecto se llegara hasta el consumo mínimo de energía posible para en una segunda parte del proceso usar energía renovable.
- Lograr un equilibrio de mayor almacenamiento pero menor tamaño.
- Mejorar el factor formal-estético del dispensador para que sea mas aceptado por los clientes y usuarios.

#### **4.7.2 Clientes**

Se analizaron de forma cualitativa las repuestas ofrecidas por los clientes en las entrevistas, dividas en dos partes: dificultades y expectativas finalizando con las conclusiones clientes.

##### **4.7.2.1 Dificultades.**

Las dificultades encontradas en el uso del dispensador son las siguientes:

- Las uniones se desprenden
- Fácilmente se puede acceder a los cables
- Algunas veces pasa corriente por la carcasa
- Se atascan las monedas torcidas
- Se presenta hurto de las cajas
- Hay problemas de lectura de las instrucciones
- Se presentan daños eléctricos
- Se pierden o se caen los tornillos
- Es incomodo hacer el mantenimiento de almacenaje
- No siempre se expulsan las cajas

#### **4.7.2.2 Expectativas**

Aspectos que mejoraría en los dispensadores:

- Aumentar la capacidad de almacenamiento
- Tener más seguridad en el almacenamiento del dinero
- Tener una caja de dinero independiente
- Disminuir el tamaño
- Exactitud en las dimensiones de las cajas
- Separar monedas u objetos defectuosos

#### **4.7.2.3 Conclusiones Clientes:**

- Impedir que parte del dispensador se desprendan o sea asequibles al hurto
- Evitar que los cables queden expuestos al interior del dispensador
- Reducir las fallas eléctricas del sistema
- Diseñar el dispensador pensador en la interacción hombre-maquina
- Utilizar un lenguaje de uso correcto

- Diseñar el dispensador con mayor capacidad de almacenamiento ya que en las fechas mas concurridas de los centros comerciales se deben abastecer hasta tres veces al día.
- Mayor seguridad para el contenedor de monedas
- Descartar los elementos defectuosos de las monedas validadas
- Rediseñar las cajas ya que sus pestañas presentan atascamiento con el mecanismo

#### 4.7.3 Usuarios.

Se analizaron de forma cuantitativa cada una de las preguntas del cuestionario y posteriormente un análisis cualitativo descrito en las conclusiones usuarios.

##### 4.7.3.1 Análisis cuantitativo:

Se mantiene el orden numérico del cuestionario.

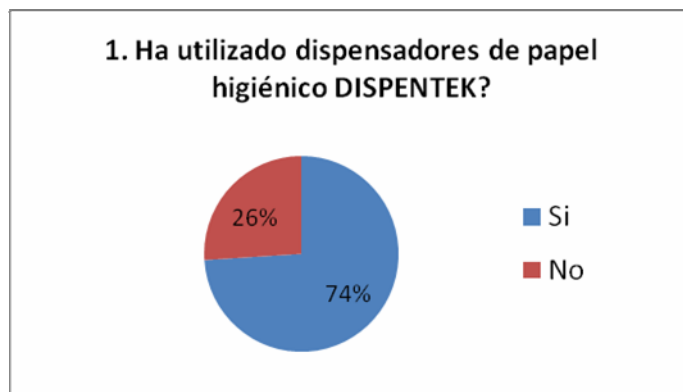


Figura 8. Porcentaje de usuarios que utilizan el dispensador

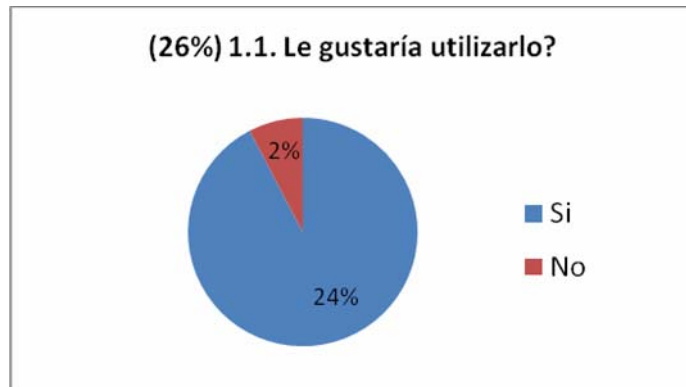


Figura 9. Porcentaje de usuarios desearían utilizar el dispensador



Figura 10. Porcentaje de usuarios que tenido fallas con el dispensador

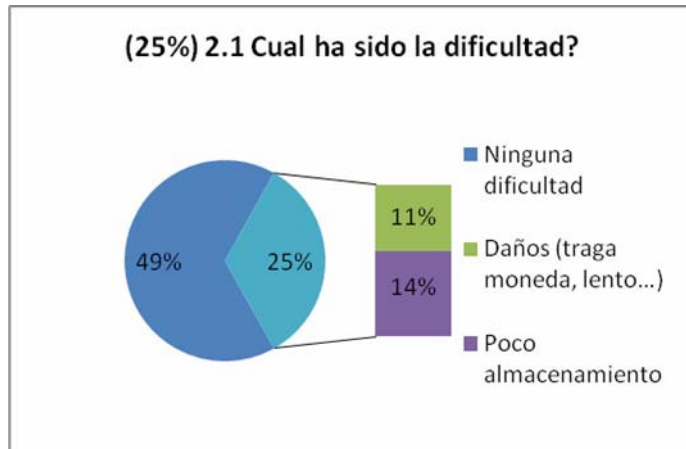


Figura 11. Porcentaje de usuarios con dificultades al usar el dispensador

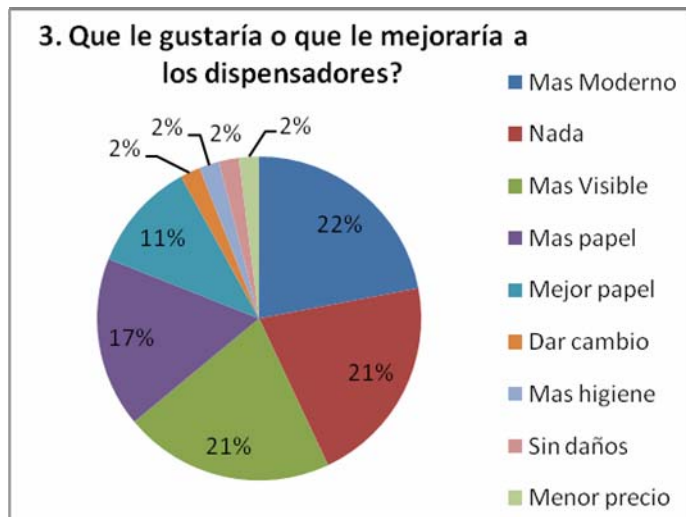


Figura 12. Porcentaje que desean mejorar el dispensador

#### 4.7.3.2 Conclusiones Usuarios:

- Aproximadamente la tercera parte de los encuestados han utilizado el dispensador de papel higiénico, esto demuestra lo conocido que es el producto en el mercado. Aunque la marca Dispentek no es recordada.
- De la tercera parte de los encuestados que no lo han utilizado más del 92% de estos le gustaría utilizarlo, dándonos un estimado de usuarios potenciales.

- De los encuestados que han utilizado el dispensador solo a una tercera parte se le han presentado dificultades en su uso el más relevante es el poco almacenamiento.
- Al realizar la pregunta abierta que mejoras le haría al dispensador solo el 21% dijo estar conforme como se encuentra, el 79% expreso una serie de cualidades que le gustaría ver en el dispensador.
- Las mejoras expresadas se agrupan para efectos de estudio en tres partes:  
Formal estética: 43% (más moderno, más visible)  
Servicio: 32% (mas papel, mejor papel, mas higiene, menor precio)  
Técnicas: 4% (dar cambio, sin daños)
- Como conclusión general de estas encuestas podemos decir que aunque se presenten dificultades técnicas la mayoría de usuarios expresan inconformidad con los factores formal-estéticos y con el servicio.

## **5. REDISEÑO DEL DISPENSADOR**

De acuerdo a la información recopilada en el estudio de necesidades para el rediseño se pudo establecer que para modificar la capacidad de almacenamiento del dispensador que era de 70 cajas y con el objetivo de disminuir los problemas técnicos a causa del atascamiento de las mismas, también se hace necesario el rediseño de ellas. A continuación se describe el proceso realizado y las alternativas propuestas. Posteriormente se describe el proceso de rediseño del dispensador.

### **5.1 REDISEÑO DE LAS CAJAS**

Para definir el diseño de las cajas se realizó una simulación ergonómica;

#### **5.1.1 Simulación ergonómica**

El tipo de simulación que se realizó fue de carácter explorativo para buscar la mejor opción de diseño entre tres alternativas de cajas para el dispensador.

##### **5.1.1.1 Objetivo**

Evaluar las tres propuestas de cajas para el dispensador, identificando preferencia en el usuario, posibles modificaciones y ajustes necesarios.

### 5.1.1.2 Variables Experimentales

<b>Variables independientes Causa</b>	<b>Variables dependiente Efecto</b>
Forma geométrica	Preferencia
	Manipulación
	Capacidad de almacenamiento
Acceso al papel	Lenguaje de uso
	Confort-Bienestar
Ubicación Publicidad	Percepción

Tabla 2. Variables Experimentales para rediseño de cajas

### 5.1.1.3 Variables controladas:

- Variables ambientales: la experimentación se relazará a las 3:00 de la tarde, con luz natural en el centro comercial la Quinta<sup>11</sup> a campo cerrado, con temperatura ambiente (22°C – 30°C).
- Escenario: la experimentación se realizará sobre una mesa que tiene 93 centímetros de altura cuya área de trabajo es de 100 centímetros por 79 centímetros.

Sobre la mesa se ubicara el dispensador actual soportado contra la pared y al frente cada propuesta diferenciada con números.



Figura 13. Ubicación para la simulación

<sup>11</sup> Centro comercial de mayor demanda de insumos a la empresa Dispentek.

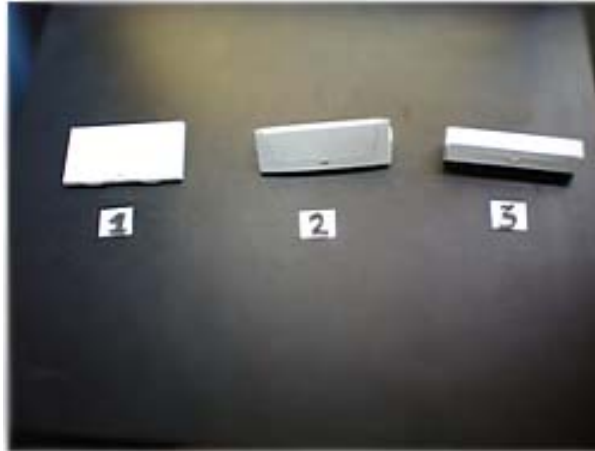


Figura 14. Modelos de simulación ergonómica

#### **5.1.1.4 Variables personales:**

Se realizó la simulación con 30 usuarios seleccionados de forma aleatoria dentro del centro comercial La Quinta ya que este centro comercial es el más representativo en el consumo de los dispensadores. Se escogieron 20 mujeres y 10 hombres obedeciendo al porcentaje de consumo, dentro de esta muestra hubo personas diestras y zurdas.

#### **5.1.1.5 Procedimiento:**

A cada usuario se le dio un tiempo estimado de 3 minutos para manipular las cajas. Durante tiempo se le aplicó un cuestionario abierto (ver anexo 5) para determinar la percepción frente a las cajas y las diferentes opiniones que estas le merecían. Al finalizar el usuario contestó otro cuestionario cerrado (ver anexo 5) lo que permitió identificar la comodidad, interpretación visual y su preferencia frente a las tres alternativas.

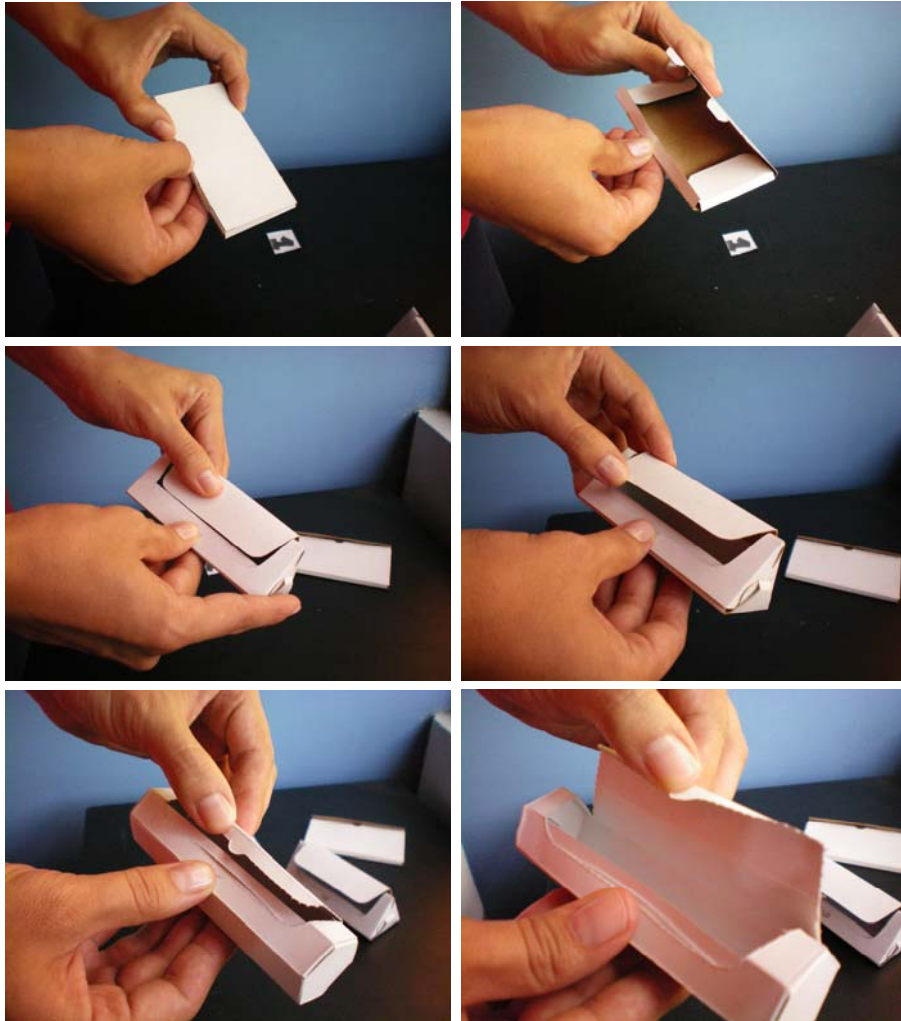


Figura 15. Procedimiento simulación ergonómica

### 5.1.1.6 Análisis

A continuación se presentan los resultados de la prueba y los análisis respectivos.

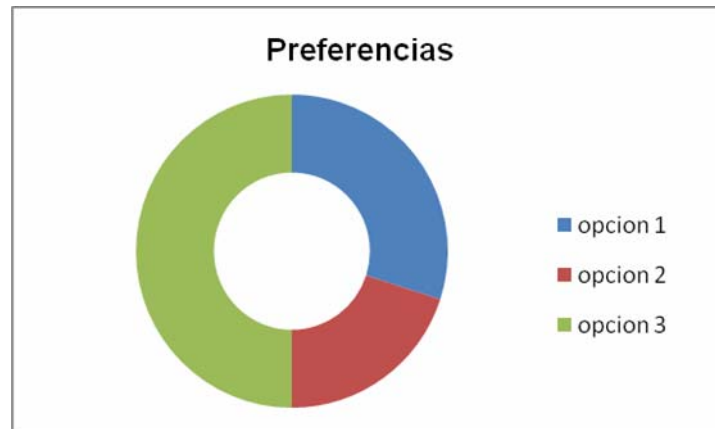


Figura 16. Preferencia de alternativas para rediseño de cajas

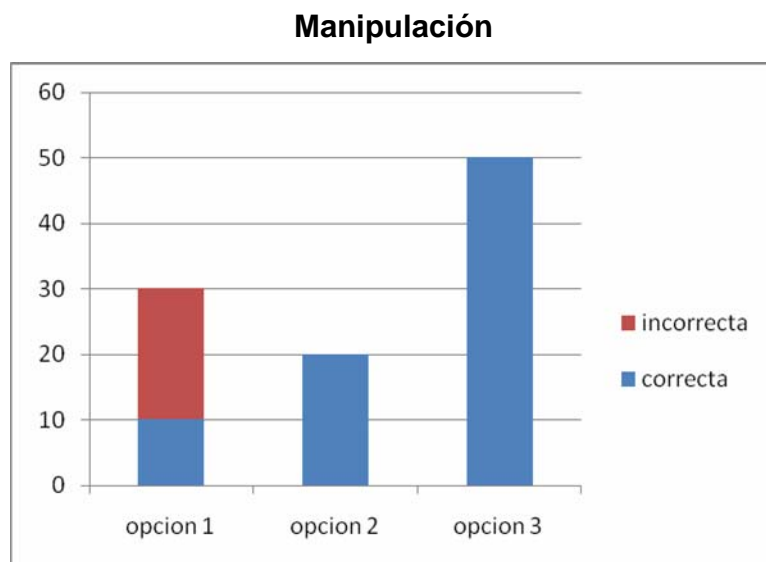


Figura 17. Porcentaje de manipulación correcta e incorrecta de alternativas.

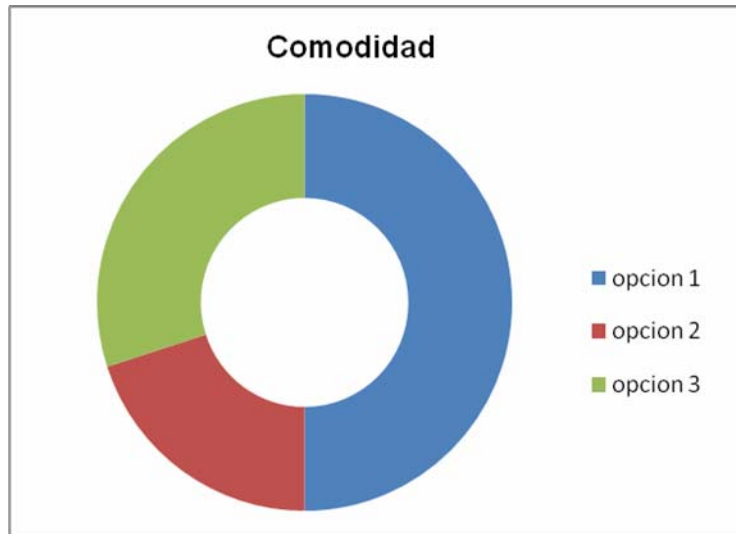


Figura 18. Relación de comodidad para las tres alternativas de cajas

#### 5.1.1.7 Conclusiones simulación ergonómica de las cajas

- La opción 3, la caja hexagonal, fue la más aceptada por los usuarios, sobretodo en los usuarios femeninos.
- La opción 1, caja cuadrada, es la única aceptada en los usuarios masculinos siendo estos una tercera parte de los encuestados. (obedeciendo a la tendencia de consumo de papel higiénico de los dispensadores).
- La opción 2, caja triangular, es para los encuestados la menos aceptada tanto por manipulación como por comodidad.
- El lenguaje de uso en la opción 1 no es el correcto, dado que fue la única opción que se manipulo incorrectamente.
- La opción 1 es la mas cómoda tanto en usuarios femeninos como en usuarios masculinos y siendo esta también la de mayor visibilidad de la publicidad.

### 5.1.2 Análisis matemático.

Para seleccionar la mejor opción es indispensable hacer un análisis matemático de cada opción para definir cual de las 3 opciones es la que menos espacio ocupa almacenando 10 cuadros de papel higiénico.

#### 5.1.2.2 Opción 1

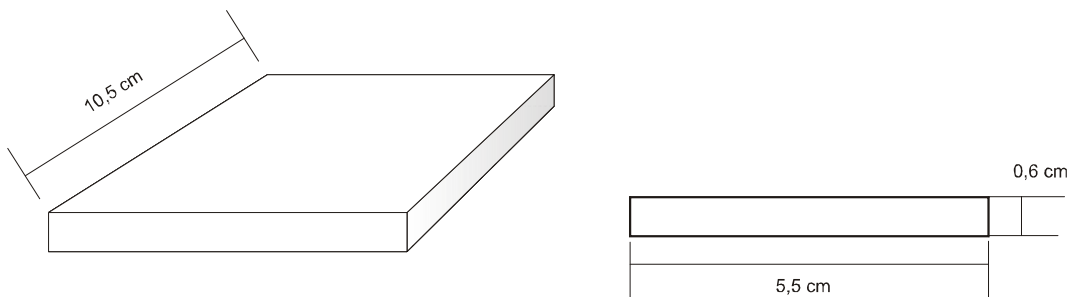


Figura 19. Análisis matemático de opción 1 de cajas

$$\text{Volumen}_{\text{total}} = \text{Area}_{\text{rectángulo}} \times \text{Profundidad}$$

$$\text{Area}_{\text{rectángulo}} = \text{Lado} \times \text{Lado}$$

$$\text{Area}_{\text{rectángulo}} = 5,5 \times 0,6 = 3,3 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen}_{\text{total}} = (3,3) \times (10,5) = 34,65 \text{ cm}^3$$

### 5.1.2.3 Opción 2

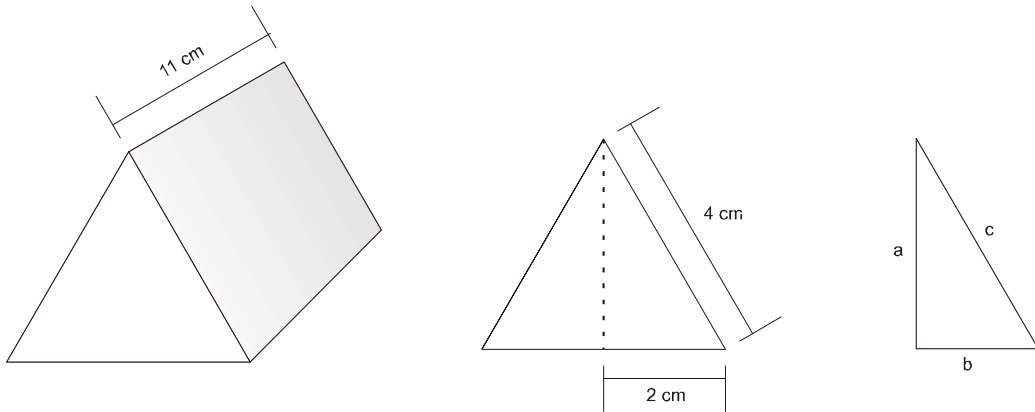


Figura 20. Análisis matemático de opción 2 de cajas

Aplicando el teorema de Pitágoras para hallar la altura del triángulo:

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad a^2 + 2^2 = 4^2 \quad a^2 = 16 - 4 \quad a = \sqrt{12} \quad a \approx 3,5 \text{ cm}$$

$$\text{Volumen}_{\text{total}} = \text{Area}_{\text{triangulo}} \times \text{Profundidad}$$

$$\text{Area}_{\text{triangulo}} = \frac{\text{Lado} \times \text{Altura}}{2}$$

$$\text{Area}_{\text{triangulo}} = \frac{4 \times 3,5}{2} = 7 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen}_{\text{total}} = (7) \times (11) = 77 \text{ cm}^3$$

### 5.1.2.3 Opción 3

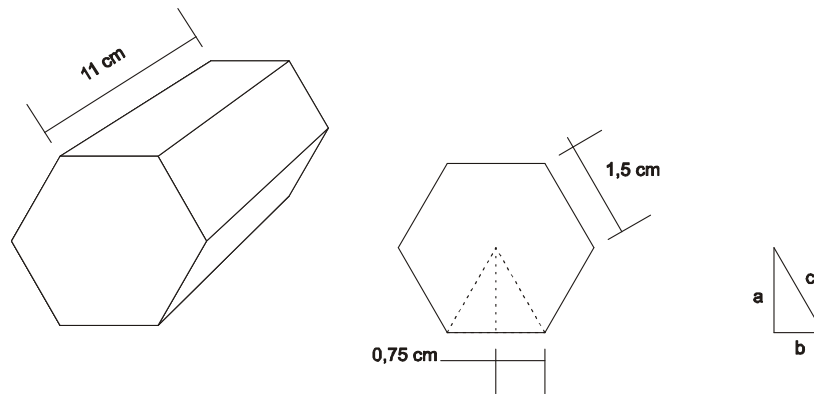


Figura 21. Análisis matemático de opción 3 de cajas

Aplicando el teorema de Pitágoras para hallar la altura del triángulo:

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad a^2 + (0,75)^2 = (1,5)^2 \quad a^2 = 2,25 - 0,5625$$

$$a = \sqrt{1,6875}$$

$$a \approx 1,3 \text{ cm}$$

$$\text{Volumen}_{\text{total}} = \text{Area}_{\text{hexagono}} \times \text{Profundidad}$$

$$\text{Area}_{\text{hexagono}} = 6 \times \left( \frac{\text{Lado} \times \text{Altura}}{2} \right)$$

$$\text{Area}_{\text{hexagono}} = 6 \times \left( \frac{1,3 \times 1,3}{2} \right) = 6 \times (0,975) = 5,85 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen}_{\text{total}} = (5,85) \times (11) = 64,35 \text{ cm}^3$$

#### 5.1.2.4 Conclusiones del análisis matemático de las cajas

Opción 1: Rectangular = 34,65 cm<sup>3</sup>

Opción 2: Triangular = 77 cm<sup>3</sup>

Opción 3: Hexagonal = 64,35 cm<sup>3</sup>

- Tiene menor volumen la primera opción la rectangular.
- La tercera opción tiene más volumen que la rectangular pero tiene un volumen aceptable para el uso de productos de menor flujo.
- La opción menos indicada es la triangular ya que esta es la opción que mas ocupa espacio en el dispensador.

#### 5.1.3 Conclusiones rediseño de las cajas.

- Teniendo en cuenta las conclusiones de la simulación ergonómica de las cajas<sup>12</sup> y conclusiones del estudio matemático<sup>13</sup> la mejor opción para desarrollar es la opción 1 por ser una caja unisex con mayor percepción de la publicidad y que ocupando el menos volumen en el dispensador.
- Es necesario evolucionar esta opción para que tenga un lenguaje de uso correcto puesto que en la simulación ergonómica se descubrió esta falencia.
- La empresa Dispentek se interesó por los resultados de la simulación ergonómica por demostrar la preferencia de las mujeres por la opción 3, la caja hexagonal, concluyendo que esta caja se utilizaría posteriormente para un dispensador de productos femeninos que tiene mejor flujo y no es una prioridad tener mayor capacidad de almacenamiento.

---

<sup>12</sup> Numeral 5.1.1.7

<sup>13</sup> Numeral 5.1.2.4

## 5.1.4 DIMENSIONES CAJA FINAL

### 5.1.4.1 Características

- Para facilitar la manipulación del papel higiénico por parte del usuario, este se doblara en forma de acordeón, 10 cuadros, dando una dimensión neta del papel de 9,6 cm x 5,5cm x 0,5 cm.

*Aumentado los cuadros de papel que anteriormente eran 8 cuadros.*

- Como con la actual caja las esquinas descubiertas producir atascamientos se realizara entonces una pestaña más amplia para evitarlas.

*Evitando las trabas caja-caja y caja-sistema al no quedar las pestañas levantadas.*

- Como lo demostró la simulación ergonómica, el lenguaje de uso del modelo de prueba rectangular es inadecuado, se instalara una muesca para señalar la forma correcta de usar.

*Instalando un lenguaje de uso correcto.*

- Se utilizara la marca Dispentek en la superficie de las cajas con una nueva imagen.

*Estrategia para que la marca sea recordada por los usuarios.*

- Como el encargado del almacenamiento de cajas (centro comercial) debe instruirse para una adecuada instalación, implantaremos el sistema japonés Poka-Yoke<sup>14</sup>, para disminuir los errores en la producción y en el almacenamiento.

*Evitar trabas en el sistema por mal almacenamiento.*

---

<sup>14</sup> Un poka yoke (en japonés ポカヨケ, literalmente a prueba de errores) es un dispositivo (generalmente) destinado a evitar errores; algunos autores manejan el poka yoke como un sistema anti-tonto el cual garantiza la seguridad de los usuarios de cualquier maquinaria, proceso o procedimiento.

#### 5.1.4.2 Dimensionamiento

Para las dimensionamiento de la caja se utilizo sección aurea para desarrollar una caja proporcional:

9,5 cm = Ancho del papel higiénico                      9,5 cm + tolerancia = 10 cm

$\mathcal{A}E = 0.618$

$10 \times \mathcal{A}E \approx 6$

$10 - 6 = 4$                $4 \div 2 = 2$

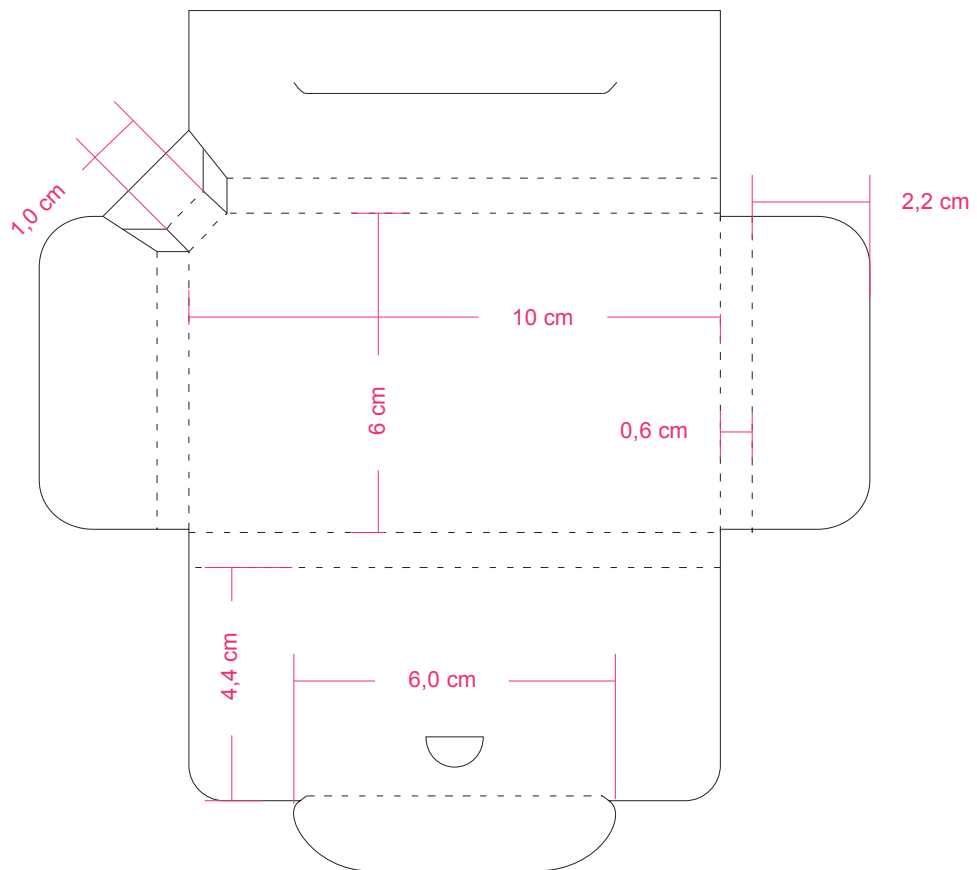


Figura 22. Desarrollo de la caja final



Figura 23. Simulación en 3D de la caja final

## 5.2 DISEÑO DEL DISPENSADOR

Para iniciar el diseño del dispensador se tiene en cuenta los parámetros concluidos de la investigación previa:

- Hacer un equilibrio entre Mayor almacenamiento Vs Menor tamaño
- Ser eficiencia electro-mecánicamente, con el mínimo posible de consumo de energía
- Que sea también un elemento Ornamental
- Utilizar la caja rectangular del diseño seleccionado

Como en el actual dispensador tiene una capacidad de 70 cajas y un volumen total de 260  $m^3$ , y teniendo en cuenta las entrevistas con los clientes en los centros comerciales en donde expresan que en tiempo de mayor flujo se tiene que cargar hasta 3 veces el dispensador en el día, como mínimo se aumentara la carga a 210 cajas. Para el diseño de todas las alternativas se utilizo la proporción Áurea.

### 5.2.1 Alternativa 1

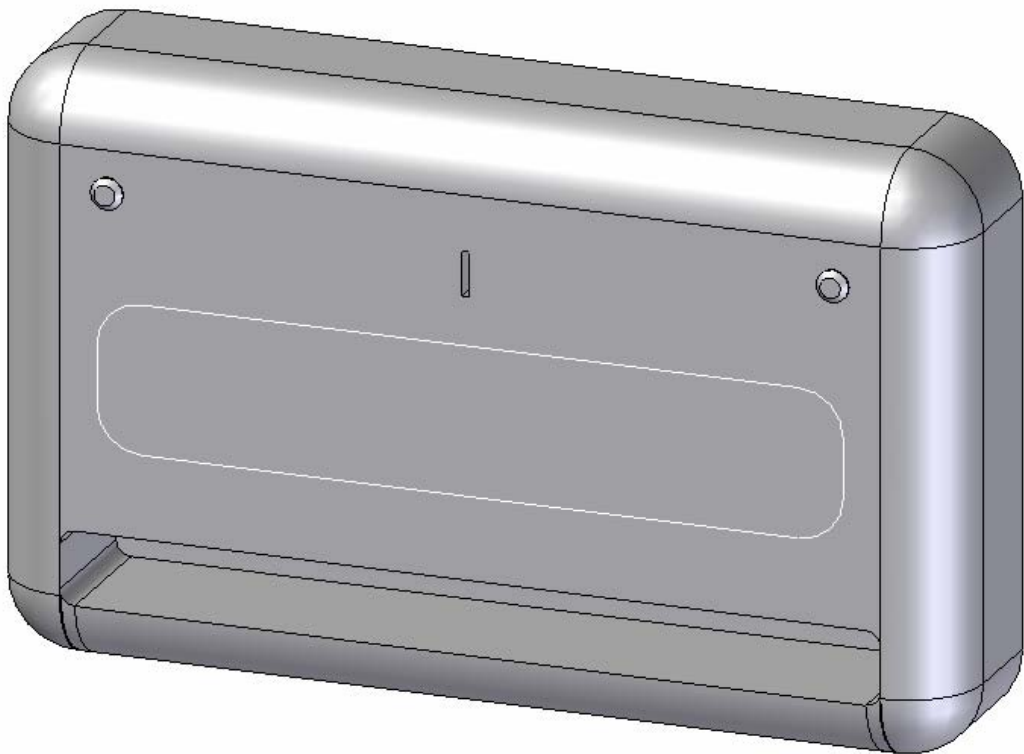


Figura 24. Simulación en 3D de alternativa 1 de dispensador

#### 5.2.1.1 Descripción Externa

Dimensiones – ancho 65 cm, alto 40 cm y radio de 5 cm en las esquinas delanteras y laterales. Material acero inoxidable de 18 líneas.

Ventana visor – ancho 30 cm, alto 10 cm y un radio de 3 cm alrededor. Material acrílico transparente.

Ranura cajas – ancho 55 cm, alto 5 cm y un radio de 1 cm internamente. Material acero inoxidable de 18 líneas.

Ranura moneda- ancho 0,5 cm, alto 3 cm. Ubicada en la parte superior central.

Chapas redondas de 2 cm de diámetro. Material acero inoxidable de 18 líneas.

Abertura del dispensador hacia abajo.

#### 5.2.1.2 Análisis matemáticos

$Area_{base}$  = espacio fijo en la pared.

$Area_{base}$  = lado × lado

$Area_{base}$  =  $65 \times 40 = 2600 \text{ cm}^2 = 26 \text{ m}^2$

$Volumen_{total}$  =  $Area_{base}$  × Grosor

$Volumen_{total}$  =  $2600 \times 14 = 36400 \text{ cm}^3 = 364 \text{ m}^3$

#### 5.2.1.3 Descripción interna

Cinco tolvas donde un eje con cinco paletas ubicadas a  $72^\circ$  entre ellas empujan cada caja al dar  $1/5$  de vuelta. Utilizando el almacenamiento de todas las tolvas proporcionadamente. Contenedor de monedas al lado izquierdo sobre el motor del eje y los circuitos necesarios. Cada tolva tiene un almacenamiento de 28 cajas dando un total de 140 cajas. Utilizando en almacenamiento  $77 \text{ m}^3$  de su volumen total.

#### 5.2.1.4 Ventajas

- Ahorro de energía por la ausencia de leds gracias al visor de la ventana en acrílico transparente.
- Material en su exterior de acero inoxidable de 18 líneas dándole mayor resistencia para el uso del público
- Forma horizontal semejante a los accesorios de los baños.

#### 5.2.1.5 Desventajas

- Su total de cajas en el almacenamiento es de 140 incumpliendo con lo establecido al inicio donde se mencionaba un mínimo de 210 cajas.
- En la construcción un eje de 60 cm con cinco paletas presenta fallas y posible fatiga en el material.
- El espacio vertical es insuficiente para que quepa el lector de monedas, el mecanismo de la salida de las paletas y la ranura para extraer la caja.
- En esta alternativa se desperdicia espacio dando solo al almacenamiento menos de una cuarta parte de su volumen total.

## 5.2.2 Alternativa 2



Figura 25. Simulación en 3D de alternativa 2 de dispensador

### 5.2.2.1 Descripción Externa

Dimensiones – ancho 40 cm, alto 65 cm y radio de 5 cm en las esquinas delanteras y laterales. Material acero inoxidable de 18 líneas.

Ventana visor – ancho 30 cm, alto 25 cm y un radio de 3 cm alrededor. Material acrílico transparente.

Ranura cajas – ancho 30 cm, alto 5 cm y un radio de 1 cm internamente. Material acero inoxidable de 18 líneas.

Ranura moneda- ancho 0,5 cm, alto 3 cm. Ubicada en la parte superior central.

Chapas redondas de 2 cm de diámetro. Material acero inoxidable de 18 líneas.  
Abertura del dispensador hacia abajo.

#### 5.2.2.2 Análisis matemáticos

$Area_{base}$  = espacio fijo en la pared.

$Area_{base}$  = lado  $\times$  lado

$Area_{base}$  =  $65 \times 40 = 2600 \text{ cm}^2 = 26 \text{ m}^2$

$Volumen_{total}$  =  $Area_{base} \times Grosor$

$Volumen_{total}$  =  $2600 \times 14 = 36400 \text{ cm}^3 = 364 \text{ m}^3$

#### 5.2.2.3 Descripción interna

Tres tolvas donde un eje con tres paletas ubicadas a  $120^\circ$  entre ellas empujan cada caja al dar  $1/3$  de vuelta. Utilizando el almacenamiento de todas las tolvas proporcionadamente. Contenedor de monedas al lado izquierdo sobre el motor del eje y los circuitos necesarios. Cada tolva tiene un almacenamiento de 70 cajas dando un total de 210 cajas. Utilizando en almacenamiento  $115,5 \text{ m}^3$  de su volumen total.

#### 5.2.2.4 Ventajas

- Ahorro de energía por la usencia de lets gracias al visor de la ventana en acrílico transparente.
- Material en su exterior de acero inoxidable de 18 líneas dándole mayor resistencia para el uso del público.
- Forma Vertical semejante al Dispensador anterior el cual ha sido aceptado por la mayoría de los usuarios.

- Su total de cajas en el almacenamiento es de 210 cumpliendo con lo establecido al inicio donde se mencionaba ese número de cajas como mínimo.
- El espacio vertical es suficiente para que quepa el lector de monedas, el mecanismo de la salida de las paletas y la ranura para extraer la caja.
- En esta alternativa se aprovecha el espacio dando al almacenamiento el 31,8 % de su volumen total.
- En construcción un eje de 30 cm con tres paletas tiene mínima posibilidad de presenta fallas y fatiga en el material.

#### 5.2.2.5 Desventajas

- En el mercado regional no se encuentra un eje triangular. (Este inconveniente se puede corregir de forma electrónica y adaptar un eje cuadrado.)

#### 5.2.3 Alternativa 3

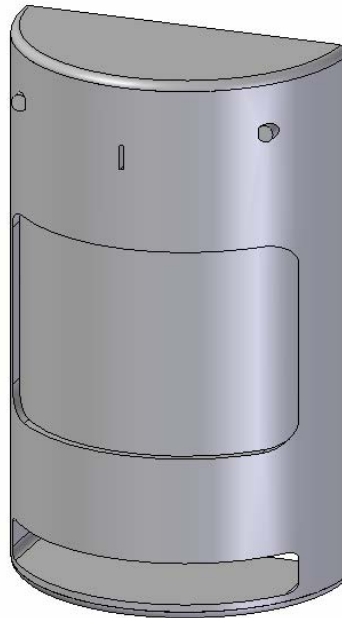


Figura 26. Simulación en 3D de alternativa 3 de dispensador

### 5.2.3.1 Descripción Externa

Dimensiones – medio cilindro de radio 20 cm, alto 65 cm. Material acero inoxidable de 18 líneas.

Ventana visor – ancho 35 cm, alto 25 cm y un radio de 3 cm alrededor. Material acrílico transparente.

Ranura cajas – ancho 35 cm, alto 5 cm y un radio de 1 cm internamente. Material acero inoxidable de 18 líneas.

Ranura moneda- ancho 0,5 cm, alto 3 cm. Ubicada en la parte superior central.

Chapas redondas de 2 cm de diámetro. Material acero inoxidable de 18 líneas.

Abertura del dispensador hacia abajo.

### 5.2.3.2 Análisis matemáticos

$Area_{base}$  = espacio de la parte inferior del dispensador.

$$Area_{base} = \frac{\pi \times r^2}{2}$$

$$Area_{base} = \frac{\pi \times 20^2}{2} = 200 \pi \approx 628,32 \text{ cm}^2 \approx 6,28 \text{ m}^2$$

$$Volumen_{total} = Area_{base} \times \text{Alto}$$

$$Volumen_{total} = 628,32 \times 65 = 40840,8 \text{ cm}^2 \approx 408,41 \text{ m}^2$$

### 5.2.3.3 Descripción interna

Dos tolvas donde un eje con dos paletas ubicadas a 180° entre ellas empujan cada caja al dar 1/2 de vuelta. Utilizando el almacenamiento de las tolvas intercaladamente.

Contenedor de monedas al lado izquierdo sobre el motor del eje y los circuitos necesarios.

Cada tolva tiene un almacenamiento de 70 cajas dando un total de 140 cajas. Utilizando en almacenamiento 77 m<sup>2</sup> de su volumen total.

#### 5.2.3.4 Ventajas

- Ahorro de energía por la ausencia de leds gracias al visor de la ventana en acrílico transparente.
- Material en su exterior de acero inoxidable de 18 líneas dándole mayor resistencia para el uso del público
- Forma vertical semejante a los anteriores dispensadores.
- En construcción un eje de 30 cm con dos paletas tiene mínima posibilidad de presentar fallas y fatiga en el material.




#### 5.2.3.5 Desventajas

- Su total de cajas en el almacenamiento es de 140 incumpliendo con lo establecido al inicio donde se mencionaba un mínimo de 180 cajas.
- En esta alternativa se desperdicia espacio por su forma semicilíndrica dando solo al almacenamiento el 18,9% de su volumen total.
- Aunque el espacio vertical es suficiente para que quepa el lector de monedas dificulta su instalación por su forma curva en el interior.

### 5.2.4 Selección de alternativa

Para seleccionar la mejor alternativa se analiza las ventajas y desventajas de cada una y para facilitar la selección se utiliza el método QFD aplicado al caso. Prioridades se ubicaran de uno a ocho, siendo ocho la más importante y uno la menos importante.

La equivalencia de símbolos (cualitativa) a números (cuantitativa) será de la siguiente forma:

Poco  = 1  
 Media  = 2  
 Alta  = 3

























	Prioridades	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Mayor almacenamiento</b>	8	 8	 24	 8
<b>Aprovechamiento del espacio</b>	7	 14	 21	 7
<b>Consumo mínimo de energía</b>	6	 18	 18	 18
<b>Fácil almacenamiento</b>	5	 5	 15	 10
<b>Menor riesgo de falla</b>	4	 4	 12	 12
<b>Resistente</b>	3	 9	 9	 6
<b>Liviano</b>	2	 4	 4	 6
<b>Fácil construcción</b>	1	 2	 2	 3
	<b>Total</b>	128	<b>210</b>	140

Tabla 3. QFD para selección de alternativa de dispensador.

Según el análisis de ventajas-desventajas y como lo confirma el anterior QFD la **ALTERNATIVA 2** es la mejor opción.

### 5.2.5 Evolución alternativa final 2D

- En el dimensionamiento del dispensador se utilizó la sección aurea  $\text{AE} = 0.618$

$$65 \times \text{AE} \approx 40 \quad 40 \times \text{AE} \approx 25 \quad 25 \times \text{AE} \approx 15$$

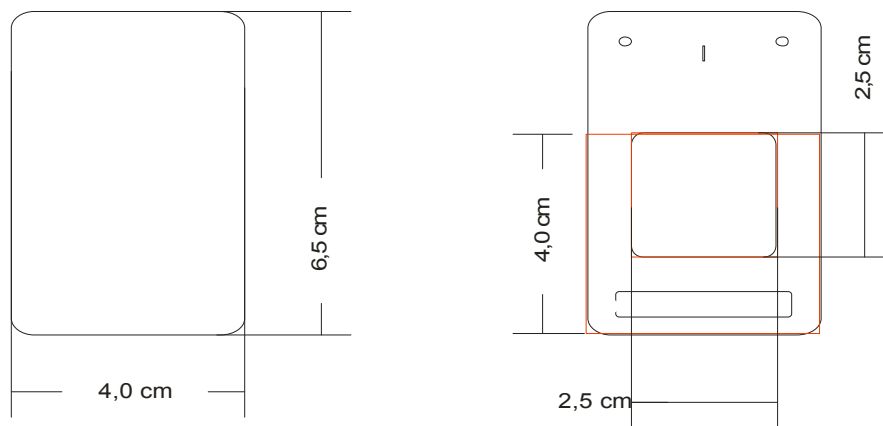


Figura 27. Evolución1

En conjunto con la empresa DISPENTEK se seleccionó:

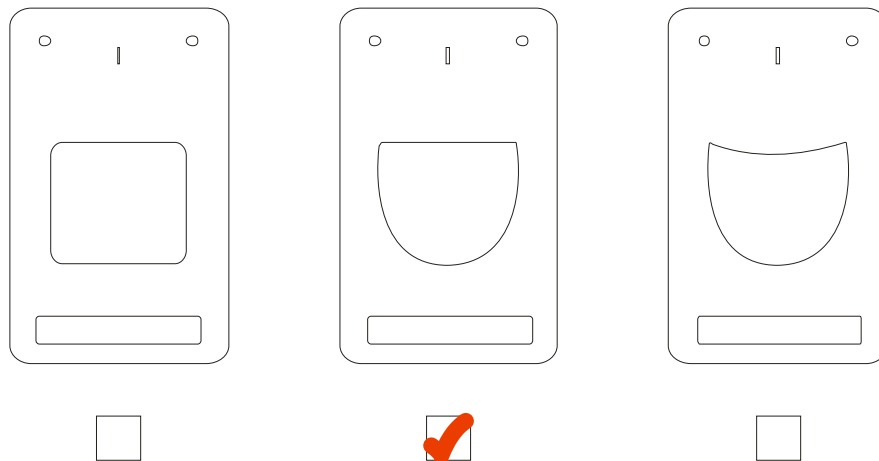


Figura 28. Selección de evolución1

- En el dimensionamiento del dispensador se utilizo la sección aurea

$$\text{Æ} = 0.618$$

$$65 \times \text{Æ} \approx 40 \quad 40 \times \text{Æ} \approx 25 \quad 25 \times \text{Æ} \approx 15 \quad 15 \times \text{Æ} \approx 10$$

$$10 \div 2 = 5 \quad \text{radio} = 5 \quad 40 + 10 = 50 \quad 40 + 5 = 45$$

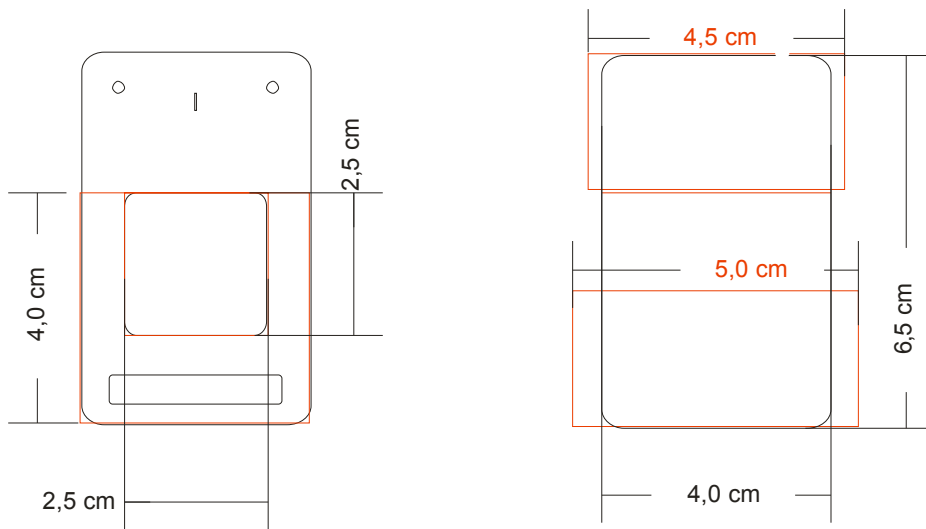


Figura 29. Evolución 2.

En conjunto con la empresa DISPENTEK se selección:

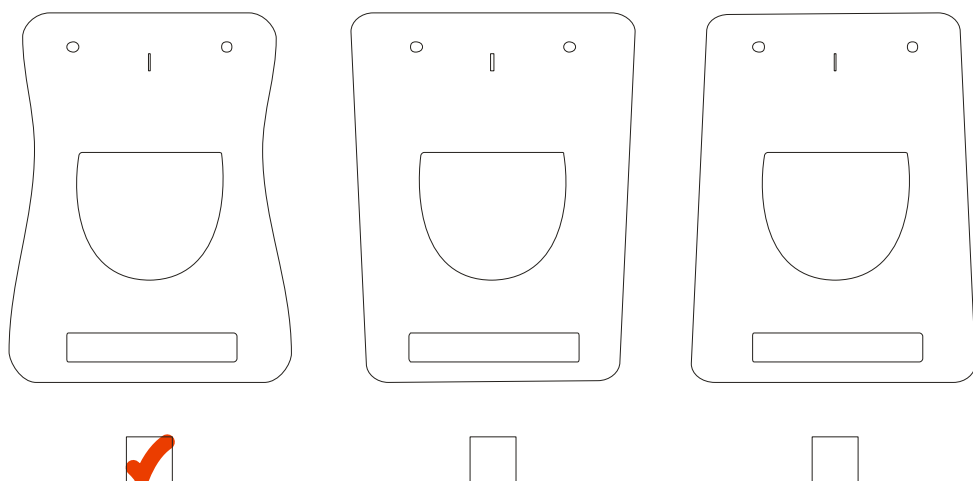


Figura 30. Selección de evolución 2

- En el dimensionamiento del dispensador se utilizo la sección aurea

$$\text{Æ} = 0.618$$

$$65 \times \text{Æ} \approx 40 \quad 40 \times \text{Æ} \approx 25 \quad 25 \times \text{Æ} \approx 15 \quad 15 \times \text{Æ} \approx 10$$

$$10 \div 2 = 5 \quad \text{radio} = 5 \quad 40 + 10 = 50 \quad 40 + 5 = 45$$

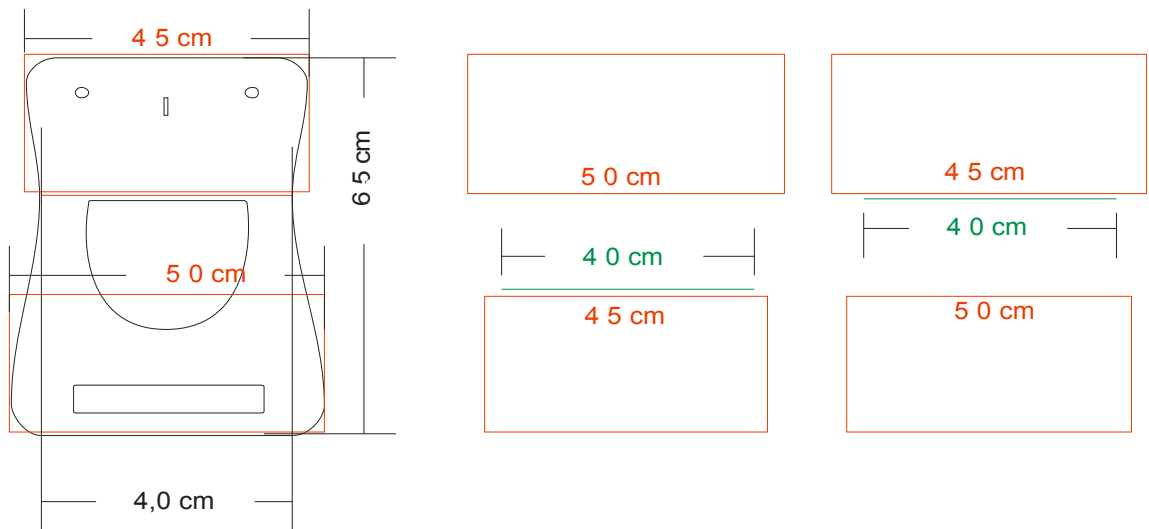


Figura 31. Evolución 3

En conjunto con la empresa DISPENTEK se selección:

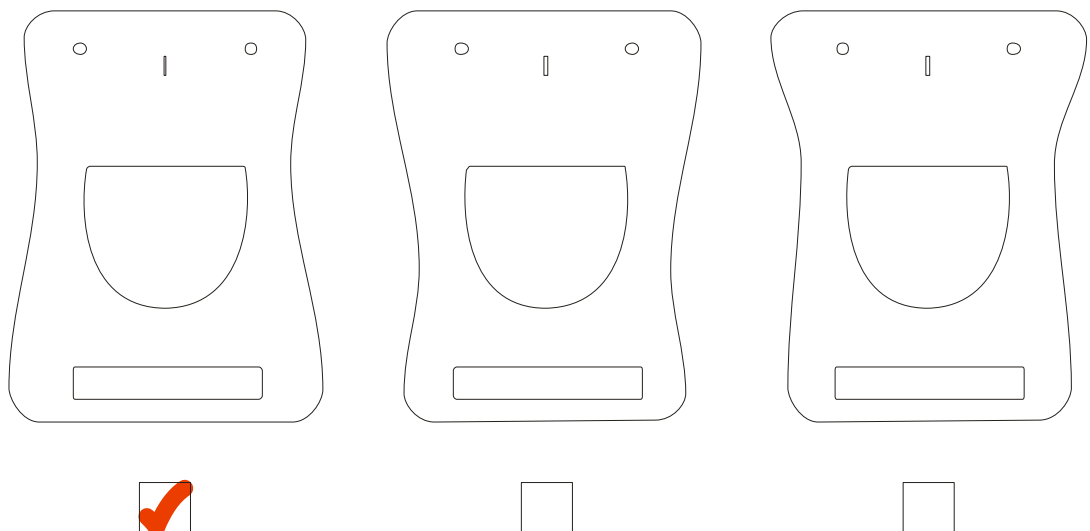
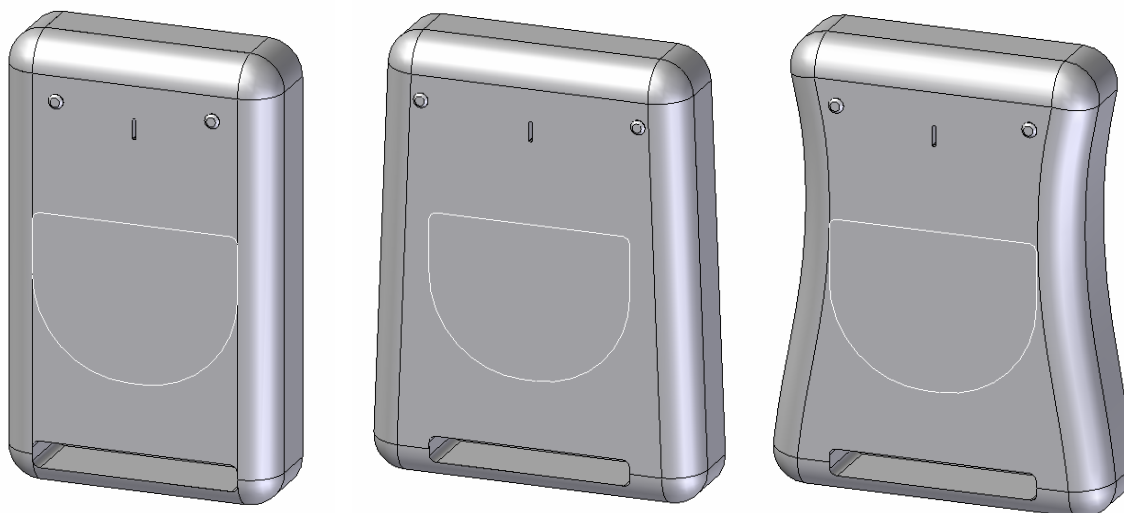


Figura 32. Selección de evolución 3

### 5.2.6 Viabilidad

Una vez finalizado la Evolución alternativa final 2D se procedió a realizar el estudio de viabilidad. Se consulto con la empresa que se subcontrata para realizar la parte del acero inoxidable los cuales expresaron las siguientes apreciaciones:

- Para construir el modelo 3 es necesario dos matrices para la parte delantera y la parte trasera asimismo afirmo que difícilmente la carcasa mantenga su forma por las curvas laterales.
- En la construcción del modelo 2 es posible realizarla pero tiene mayor costo por su forma y porque usa mas material siendo este un trabajo totalmente artesanal
- El modelo 1 es la más viable por tener una forma semejante a una poseta<sup>15</sup> y la empresa que manipula el acero tiene experiencia en este tipo de forma.



**Opción 1**

**Opción 2**

**Opción 3**

Figura 33. Opciones de selección de alternativas

---

<sup>15</sup> Denominación que se le da al contenedor donde se lava los platos en las cocinas elaborado en acero inoxidable

Aunque el resultado de la evolución 2D fue la opción 3, al ser observadas los modelos en 3D y teniendo en cuenta las observaciones de la empresa encargada del trabajo en acero inoxidable; la opción 1 es la alternativa que es mas viable por la facilidad de construcción y su precio asequible.

También es preciso indicar que la opción 1 desperdicia menor espacio interno y mantiene más la coherencia formal con los otros objetos de los baños como en una familia de objetos.

#### Estudio de Costos

La opción 1 es la alternativa más viable respecto a costo de construcción

	<b>Opción 1</b>	<b>Opción 2</b>	<b>Opción 3</b>
Mano de obra	\$ 200.000	\$ 500.000	\$ 200.000
Matriz			\$4'000.000
Material	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Total	\$ 400.000	\$ 800.000	\$ 4'400.000

Tabla 4. Costos.

## 5.2.7 Modelo final

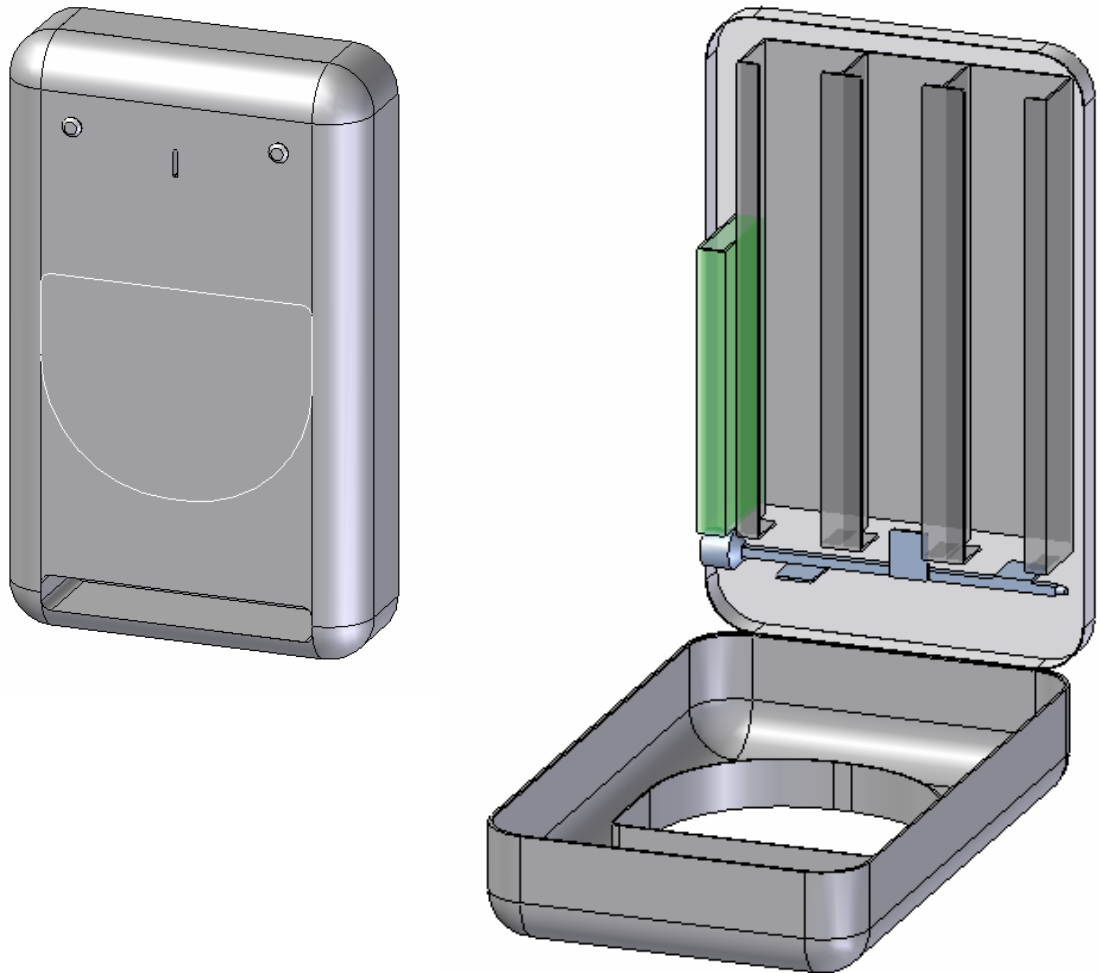


Figura 34. Modelo Final.

### 5.2.7.1 Materiales

- Acero Inoxidable calibre 20 toda la carcasa
- Acrílico:
  - Cristal 0,3 mm para la tolva, las paletas unidas al eje y la ventada de visualización.
  - Negro 0,3 mm para el contenedor de monedas

- Varilla cuadrada de aluminio de  $1/2$  pulgada
- Motor paso a paso
- Circuitos eléctricos para validar la moneda y controlar el motor.

#### 5.2.7.2 Diseño interior

Utilizando la *ALTERNATIVA 2* y cumpliendo con los parámetros se diseña:

- Hacer un equilibrio entre Mayor almacenamiento Vs Menor tamaño.
- Ser eficiencia electro-mecánicamente, con el mínimo posible de consumo de energía.
- Que sea también un elemento Ornamental.
- Utilizar la caja rectangular del diseño seleccionado.
- Un mínimo de 210 cajas en el almacenamiento.
- Usa la sección aurea para el dimensionamiento.

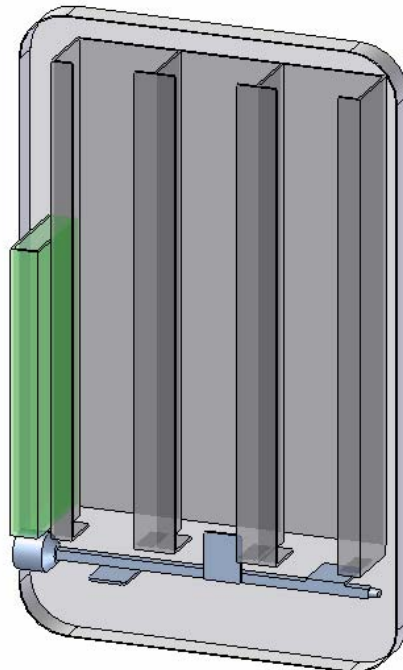


Figura 35. Vista interna de parte posterior del dispensador.

### 5.2.7.3 Partes

- Tolva con tres compartimientos
- Eje de tres paletas con motor
- Contenedor de monedas

Al validarse la moneda el micro-controlador manda una orden al motor que gire 120° empujando la caja respectiva hacia atrás bajando por la rampa a la salida, este sistema utiliza los tres contenedores alternadamente. El total de las tolvas tiene una capacidad de 210 cajas.

### 5.2.7.4 Detalles técnicos

#### Eje

El eje es de varilla cuadrada de  $\frac{1}{2}$  pulgada de aluminio por su facilidad de maquinar y bajo peso dando la resistencia necesaria en este punto.

Al eje va unida las tres paletas de 5 cm cada una dando el radio de giro preciso para empujar las cajas y ocupar el menor posible.

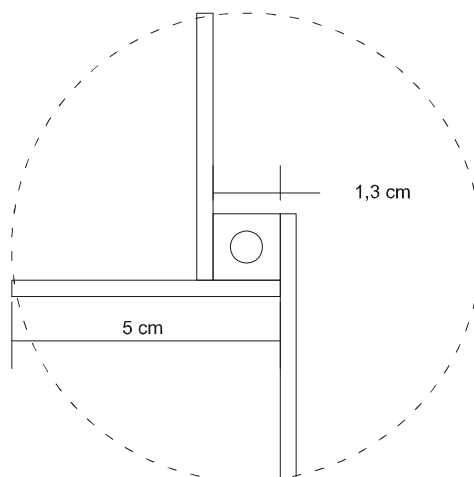


Figura 36. Dimensiones eje

## Tolva

El contenedor de las cajas tiene de profundidad 7 cm dándole una toleración porque las cajas miden 6 cm de profundidad.

Tiene 1 cm en la ranura de salida de las tolvas por la cual puede pasar solo una caja ya que cada una de estas tiene 6 mm de alta. De igual forma la pieza que soporta las cajas en la parte inferior tiene 4,5 cm por que es  $\frac{1}{3}$  de los 7 cm que tiene de profundidad.

Posee de alto 50 cm en donde cabe 70 cajas una sobre otra<sup>16</sup>.

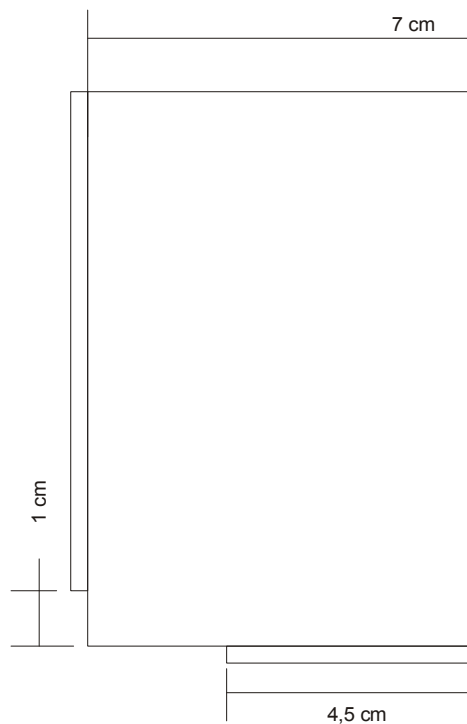


Figura 37. Dimensiones tolva

---

<sup>16</sup> Estudio realizado espacio-cantidad dando 10 cm = 14 cajas.

## Secuencia de movimiento

*Al iniciar el movimiento:*

En la parte delantera necesita mínimo 3 cm para un perfecto giro de las paletas

El centro de giro del eje e ubicara como muestra la figura en una pieza unida a las tolvas, quedando todo el sistema sujeto a las tolvas no ala carcasa.

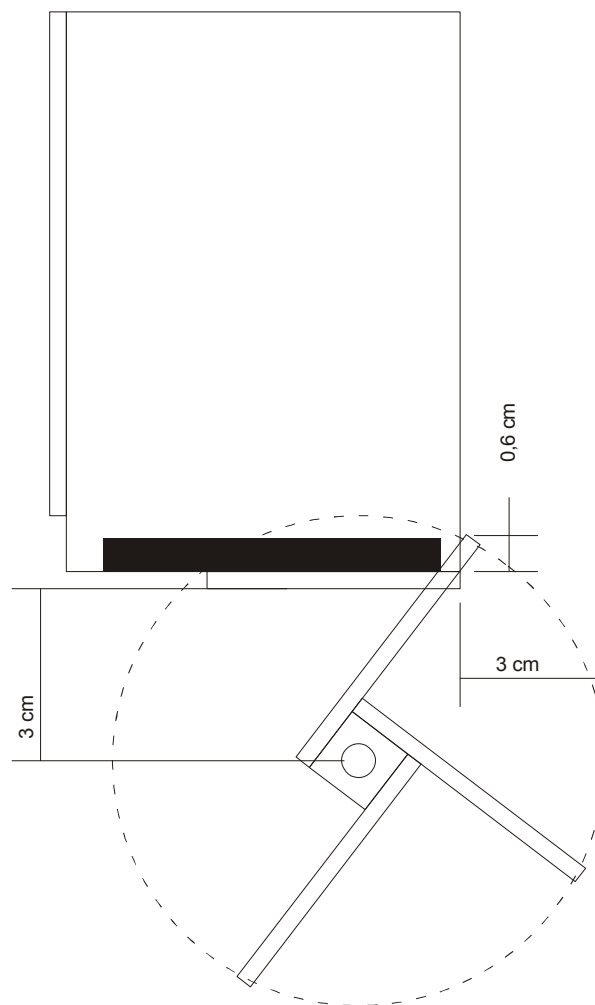


Figura 38. Secuencia de movimiento 1.

*Al finalizar el movimiento:*

Se dispone de 10 cm para que cubra el mecanismo entre la ventana de visor y la ventana de salida de las cajas.

Es necesario 3,4 cm de espacio en la parte trasera de las tolvas para que la caja pueda salir del contenedor. Esto aumenta la distancia de profundidad del dispensador, se iniciaran las pruebas con 3 cm y se utilizara el mínimo posible.

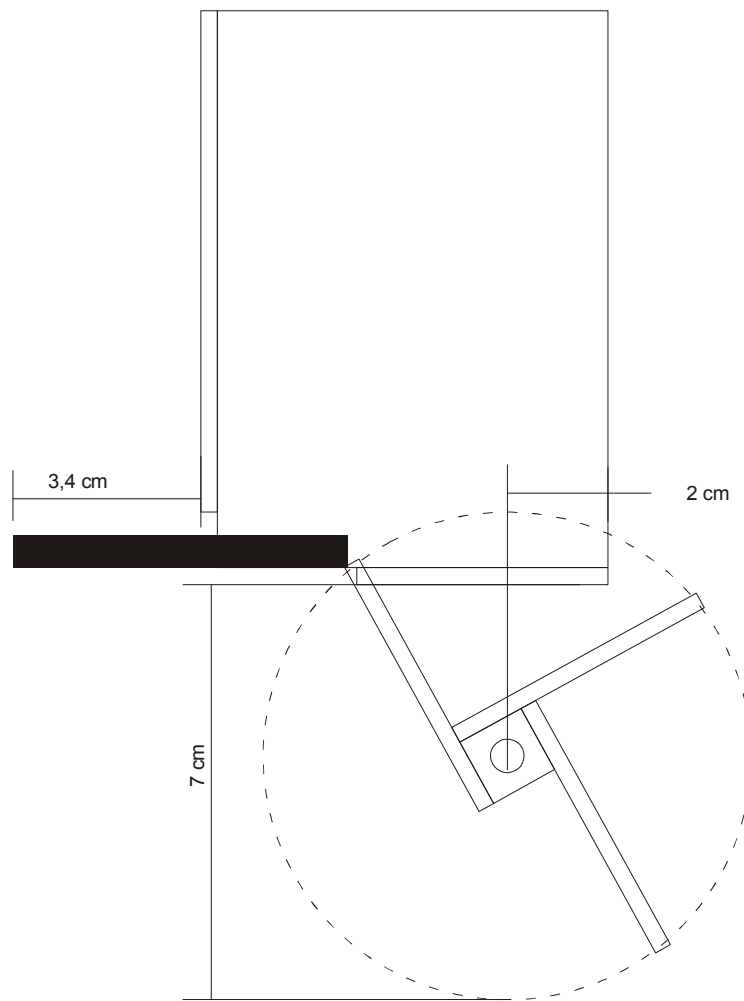


Figura 39. Secuencia de movimiento 2

## 5.2.8 Comprobacion tecnica

### 5.2.8.1 Objetivo

Comprobar si las medidas diseñadas son las correctas

### 5.2.8.2 Elementos

Se realiza las partes internas del dispensador con los materiales finales:

Tolva= acrílico cristal 3mm.

Motor = el utilizado en el actual dispensador.

Eje= varilla de aluminio de  $\frac{1}{2}$  in.

Paletas = acrílico cristal 3mm.

Cuatro tornillos

Y para la carcasa se utilizo una lámina de aglomerado semejando las medidas reales como un material provisional

### 5.2.8.3 Proceso

En este proceso y como el objetivo es probar que las medias diseñadas funcionen como es esperado se utilizo un adaptador de corriente de 6 voltios directamente al motor y posteriormente realizar las correcciones necesarias. Se dividió el proceso en tres partes: Instalación, Pruebas y Correcciones. Estos pasos se realizan de forma continua y cíclica hasta llegar al resultado esperado.

#### 5.2.8.4 Instalación

Se instala todas las partes internas del dispensador en la lámina de aglomerado con las dimensiones postuladas.



Figura 40. Comprobación técnica, Instalación.

#### 5.2.8.5 Pruebas

Se prueba el sistema alimentado el motor directamente en conjunto con el estudiante de Ing. Electrónica y el tutor de Dispentek.



Figura 41. Comprobación técnica, Pruebas.

#### 5.2.8.6 Correcciones

Es necesario cambiar poco a poco las medidas de espacio alrededor de la tolva para que las cajas pasen sin atascarse en ninguna parte.



Figura 42. Comprobación técnica, Correcciones.

#### 5.2.8.7 Conclusiones

- Con esta prueba se concluyó que la distancia calculada de 3 cm de la tolva a la parte posterior del dispensador debe ser de 4cm para que la caja deslice hasta la salida.
- También se probó que los 5 cm de cada paleta es la distancia correcta para empujar cada caja.
- Asimismo se comprobó que el mecanismo (eje +paletas) queda cubierto en la zona de 10 cm que hay entre la ventana de visor y la ventana de salida de la caja.
- Igualmente se demostró que se puede adaptar el eje de varilla cuadrada al sistema colocando sensores para ejecutar la tarea con cada paleta.
- Se definió según las pruebas que la medida del dispensador en su totalidad debe ser de 40 x 65 x 14 (medidas en centímetros).
- Es indispensable cambiar la dimensión de la tolva para incluir un canal interno para la moneda, ya que la validación de esta se hará detrás de las tolvas.

Aprovechando los 4 cm de la partes posterior y evitando que los cables queden visibles al momento de abasteces con cajas el sistema.

- La ranura de salida de cajas en la tolva se le debe quitar 3 mm a causa del grosor de acrílico.
- Se precisó que de la tolva a la carcasa debe haber a 2 cm de distanció de cada orilla, por las curvas de las esquinas que son de 5 cm de radio.

### **5.2.9 Diseño electrónico**

El sistema de dispensador sugirió para cumplir con sus requerimientos manejar dos sub-sistemas que se relacionaban entre sí pero que permitían, al considerarlos por separado, manejar más cómodamente el problema

#### 5.2.9.1 Validación de la moneda

Es necesario reconocer o clasificar la moneda y para esto se utiliza la ingeniería inversa de algunos monederos encontrados en el mercado, los cuales oscilan entre \$ 30.000 y \$ 250.000, aprovechando los aportes que cada uno de ellos puede hacer al monedero requerido.

Para este nuevo monedero se plantean requerimientos de protección y prevención de fraudes así como reducción de costos y de material utilizado. Se intenta construir un monedero sencillo buscando la satisfacción de la mayoría de requerimientos.

Este nuevo monedero, con el algoritmo adecuado, permite clasificar las monedas de \$ 100 y de \$ 200 y aparte hace una discriminación magnética del elemento introducido partiendo del hecho que las monedas no son atraídas por fuerzas magnéticas.

### 5.2.9.2 Extracción de la caja

El sistema de extracción debe energizar el motor para que, transmitiendo el movimiento a través de paletas conectadas a un eje, logre desplazar las cajas y sacarlas de la tolva contenedora para que el usuario pueda tener acceso a ella. El motor se debe energizar durante un tiempo adecuado para que saque solo una de ellas.

Para este sistema se utiliza un micro-motor de la familia HP por su pequeño tamaño que ayuda a que se aproveche mejor el espacio interno del dispensador, considerando que al disminuir o aumentar el voltaje disminuye o aumenta también el torque según lo requiera el sistema. También el micro motor actualmente tiene un costo menor que el anterior motor.

La siguiente es la especificación del motor anteriormente utilizado por los dispensadores:

El largo del motor es aprox. 5,5cm


<b>Gear Head Motor (GHM-09) Ref. Dínamo: 05-02-13</b>	Voltaje: 12VDC Reducción: 392:1 Velocidad: 31rpm Torque: 27.8 oz-in (8.8 kg-cm) Eje:4mm Diámetro exterior = 2.7cm <a href="#">Hoja de datos</a>	
---	--	---

Tabla 5. Características motor anterior. Catalogo Dynamo <http://www.dynamoelectronics.com/>

Para seleccionar mejor el micro motor se hizo un análisis para tener un aproximado del torque necesario:

$$F_f = \mu \cdot N \quad \mu = \text{coeficiente de fricción cartón /cartón superficie papel} = 0,2$$

Con la tolva llena es 0,7 kg

$$N = 0,7 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \quad N = 6,867 \text{ N}$$

$$F_f = 0,2 \times 6,867 \quad F_f = F = 1,3734 \text{ N}$$

$$T = F \times d \quad d = \text{distancia de la paleta} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$T = 1,3734 \times 0,05 \quad T = 0,06867 \text{ N m} \quad T = 6,867 \text{ N cm}$$

Arrojando como resultado que el torque necesario para empujar las cajas es de 0,06867 N m o como esta en el catalogo 6,867 N cm.

Catalogo de micro-motores:

(Dimensiones 2,387cm × 1cm × 1,2cm) se sugiere utilizar 6 voltios.





<b>Micromotor HP</b> <b>150:1</b> <b>Ref. Dínamo:</b> <b>05-02-18</b>	Reducción: 150:1 Velocidad: 200rpm Torque: 3.2 kg-cm <b>Nuevo</b>	
<b>Micromotor HP</b> <b>210:1</b> <b>Ref. Dínamo:</b> <b>05-02-19</b>	Reducción: 210:1 Velocidad: 140rpm Torque: 4.7 kg-cm <b>Nuevo</b>	
<b>Micromotor HP</b> <b>250:1</b> <b>Ref. Dínamo:</b> <b>05-02-20</b>	Reducción: 250:1 Velocidad: 120rpm Torque: 5.4 kg-cm <b>Nuevo</b>	
<b>Micromotor HP</b> <b>298:1</b> <b>Ref. Dínamo:</b> <b>05-02-21</b>	Reducción: 298:1 Velocidad: 100rpm Torque: 6.5 kg-cm <b>Nuevo</b>	

Tabla 6. Características micro-motor. Catalogo Dynamo <http://www.dynamoelectronics.com/>

Se selecciono el micro-motor con torque 6,5 N-cm y al aumentarle el voltaje podemos tener una torque mayor de 6,867 N-cm. Otra ventaja es su velocidad de 100rpm superior que el anterior motor de 31rpm.

#### 5.2.9.3 Ensamble

Por último se integran los dos sistemas, el de monedero y el de extracción de caja, de manera tal que si la moneda es válida y se satisface la suma de \$ 200 (con una moneda de \$200 o dos de \$100) entonces se le da la orden al sistema de extracción de caja que ejecute su función.

El algoritmo requerido es programado en un micro-controlador el cual necesita de un circuito para que funcione adecuadamente, este circuito está impreso en la tarjeta o PCB donde posteriormente irán conectados los elementos de circuito para finalmente tener un dispositivo funcional y que satisfaga las expectativas. Como lo muestra la siguiente figura.

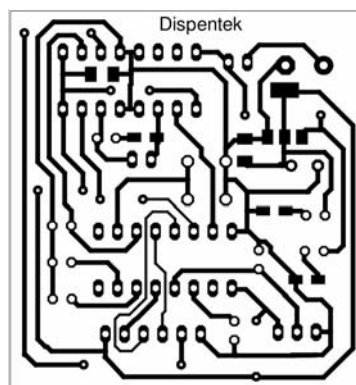


Figura 43. PCB Dispentek

### 5.2.10 Evolución marca DISPEN TEK

#### Símbolo:

Antes



Después



#### Logotipo:

Antes

*Dispentek*

después

DISPEN TEK

#### Marca:

Antes



después



### 5.2.11 Comprobación ergonomica

Para definir el diseño del dispensador se realizó una comprobación ergonómica: La técnica utilizada para esta prueba es la de *Observación de la Conducta* realizada para buscar mejoras, sugerencias y para identificar si el lenguaje de uso es correcto de este primer modelo funcional del nuevo dispensador.

#### 5.2.11.1 Objetivo

Identificar si el modelo funcional del dispensador y las instrucciones de instalación y mantenimiento tiene un lenguaje de uso correcto definiendo posibles modificaciones o ajustes necesarios.

#### 5.2.11.2 Variables Experimentales

<b>Variables independientes Causa</b>	<b>Variables dependiente Efecto</b>
Lenguaje de uso correcto	Manipulación
	Eficiencia
	Confort-Bienestar
Ventana de visor	Comprensión Disponible-Agotado
	Ahorro de energía
Material (acero inoxidable + acrílico cristal)	Percepción de higiene
	Confort-Bienestar
Rampa de salida	Identificar la salida de la caja
Imagen del dispensador	Confort-Bienestar
	Percepción de la marca Dispentek

Tabla 7. Variables experimentales para comprobación ergonómica

### 5.2.11.3 Variables controladas

#### Variables ambientales:

La experimentación se relazará a las 3:00 de la tarde, con luz artificial en la oficina de Dispentek a campo cerrado, con temperatura ambiente (22°C - 30°C).

#### Variables personales

- Se selecciono un empleado de la empresa Dispentek encargado de la instalación y mantenimiento para realizar las dos primeras pruebas con las instrucciones ya que la empresa es la encargada de esta tarea en el mercado.
- Se realizará la simulación con 10 usuarios seleccionados de forma aleatoria dentro del taller de diseño. Se escogerán 5 mujeres y 5 hombre, dentro de esta muestra deben haber preferiblemente diestros y zurdos.

### 5.2.11.2 Escenario

- La primera parte de la experimentación se realizo sobre una mesa que tiene 75 centímetros de altura cuya área de trabajo es de 100 centímetros por 70 centímetros. Sobre la mesa se ubico las instrucciones, el modelo del dispensador y las herramientas necesarias para la instalación en la pared:
  - Taladro
  - Broca de 5 mm
  - 4 chazos
  - 4 tornillos rosca ordinaria
  - Destornillador de pala
  - Martillo
  - Flexometro

- Lápiz



Figura 44. Escenario 1

- Una vez instalado se procedió a hacer el almacenamiento con las instrucciones y las cajas sujetadas como es el embalaje en la empresa Dispentek.



Figura 45. Escenario 2

- La tercera parte se realizó de pie y al frente del dispensador que se encuentra sujeto a la pared. Se tiene en la mesa monedas de diferentes nominaciones y también otras piezas como arandelas.



Figura 46. Escenario 3

### 5.2.11.3 Instrucciones

Un cuadernillo tamaño carta dobla por la mitad:

Portada

Interior

Contraportada

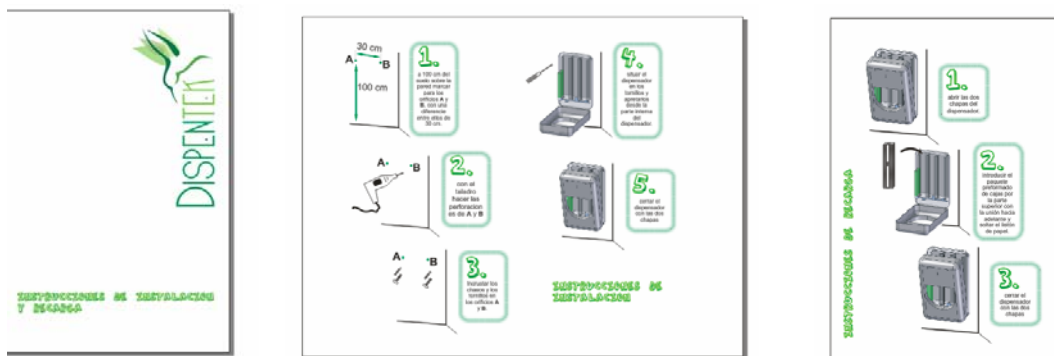


Figura 47. Instrucciones de mantenimiento del dispensador

### 5.2.11.4 Imagen dispensador

Se diseñaron las calcomanías el papel adhesivo transparente



Figura 48. Imagen del dispensador

#### 5.2.11.5 Procedimiento

- Se entrega las instrucciones a dicho empleado Dispentek junto con los instrumentos necesarios.

Se observa si las instrucciones son suficientemente claras o si el empleado debe indagar.





Figura 49. Instalación

- Se entrega las instrucciones a dicho empleado Dispentek junto con los insumos de cajas unidas por fracciones de 30 cajas. Se observa si las instrucciones son suficientemente claras o si el empleado debe indagar.





Figura 50. Almacenamiento

- Se presenta al usuario el nuevo dispensador y le solicita que lo utilice sin indicarle como proceder.

Se observa si las instrucciones en el dispensador y su forma le dice al usuario como usarlo.







Figura 51. Prueba usuario.

#### 5.2.11.6 Análisis

- Al realizar la primera parte el empleado pudo instalar el dispensador en la pared aunque con so se pudo ajustar los tornillos una vez puesto el dispensador en la pared por no poder acceder a ellos.
- Al introducir las cajas a la tolva se hizo de forma correcta ya que es un proceso simple conocido por el empleado.
- En la tercera parte de la prueba a los usuarios les causo curiosidad y agrado el modelo funcional del nuevo dispensador.
- El leguaje de uso de la ventana disponible - agotado fue comprendida correctamente.
- El usuario se detenía a observa y a leer la calcomanía antes de introducir la moneda esto nos confirma que la colocación del letrero es necesario para que el usuario este seguro de que moneda debe depositar y que el dispensador contiene papel higiénico.
- También es importante documentar que el usuario necesito acercase por lo menos 20 cm al dispensador para poder leer las calcomanías deduciendo que

es necesario mayor contraste entre el letrero y el dispensador he incluso un tamaño mayor de letras para este letrero.

- Este comportamiento también es muy útil para la percepción de la marca Dispentek ya que esta es leída y memorizada antes de introducir la moneda.

#### 5.2.11.7 Conclusión

- De esta prueba podemos concluir que las instrucciones de instalación y mantenimiento son correctas.
- También concluimos que su forma de uso, una vez leídas las calcomanías, es correctamente captada. Se recomienda utilizar papel adhesivo blanco.
- El concepto de diseño emocional aplicado al modelo funcional del dispensador despierta el interés y la curiosidad esperada por parte de los usuarios.
- Es significativo decir que en esta prueba también se precisó que la marca es observada y muy posiblemente recordada en el usuario. Recomienda que el colibrí la ventana de visor se a full-color.

#### 5.2.12 Diseño urbano

Se analizo uno a uno los principios del diseño urbano. El concepto se puede apreciar en el anexo 4.

##### 5.2.12.1 Principios de diseño urbano

El diseño urbano tiene en consideración los siguientes aspectos:

- Estructura urbana:

Se utiliza acero inoxidable por aporta alta resistencia y por ser el mismo material mas usado en los elementos de los baño públicos, aportando coherencia con los demás objetos interactuando todos como una familia de objetos.

- Tipología, densidad y sustentabilidad urbana:

Con el fin de identificar que tanto resiste el dispensador se hizo un estudio de esfuerzo puntal con ANSYS 10.0 proporcionando como resultado que el dispensador se expuso a una fuerza de hasta 750N y este resistió en cada una de sus partes. Ver siguiente numeral 5.2.12.2

- Accesibilidad:

Par una adecuada instalación y recarga del sistema se realizaron unas instrucciones probadas en la comprobación ergonómica. Ver anexo 5

- Legibilidad y guiamiento:

Se implementó un lenguaje de uso el cual los usuarios pudieron identificar pero es necesario mejoras el constaste en el texto para facilitar su lectura, conclusiones comprobación ergonómica.

- Mezcla de usos complementarios:

Gracias a su forma geométrica básica y a sus materiales aporta las cualidades necesarias para mezclarse en el entorno.

- Caracterización y significación:

Y por esta misma capacidad que tiene de mezclarse con el entorno se identifica a este dispensador como un objeto para uso de baños públicos. Incluso a otros espacios públicos.

- Continuidad y cambio:

La empresa Dispentek es la encargada de instalar y prestar el servicio de soporte técnico eso hace parte de la garantía del producto, dándole la posibilidad al cliente mantenerse al día en las mejoras que se van diseñando a los despenadores.

- Sociedad civil:

Para una adecuada interacción de los usuarios con el dispensador y entre ellos mismo se implemento la normativa para ubicación de los baños públicos, ver anexo 6

#### 5.12.2.2 Análisis de esfuerzos

Basándonos en la teoría del esfuerzo cortante máximo y la teoría de la energía de deformación máxima o teoría del esfuerzos equivalente.

La teoría del esfuerzo cortante máximo afirma que se inicia la fluencia siempre que en cualquier elemento el esfuerzo cortante máximo se vuelva igual al esfuerzo cortante máximo en una probeta a tensión, cuando este espécimen empieza a ceder.<sup>17</sup>

$$\tau_{m\acute{a}x} \geq \frac{S_y}{2} \quad S_y = \text{esfuerzo de fluencia}$$

La teoría de la energía de deformación máxima anticipa que la falla causada por fluencia ocurre cuando la energía de deformación total en un volumen unitario igual excede el valor de la energía de deformación en el mismo volumen correspondiente a la resistencia de fluencia en tensión, o bien en compresión.<sup>18</sup>

$$u_f = \frac{S_y^2}{2E}$$

<sup>17</sup> Joseph Edward Shigley. Charles R. Mischke, Diseño e Ingeniería Mecánica, Quinta Edición Mac Graw Hill, p. 272

<sup>18</sup> Ivi p. 273

$S_y$  = esfuerzo de fluencia

$E$  = modulo de elasticidad

Para prever el comportamiento del objeto a la acción de fuerzas que comprometan su integridad, se realizaron pruebas con ayuda del software CAE ansys en su entorno workbench, en las cuales se aplicaron cargas con valores que se incrementaron dentro de un rango de valores posibles para un ataque vandálico. Todos los datos de entrada y los resultados, así como las propiedades escogidas para los materiales se presentan en anexo 7, a continuación se presenta una descripción del trabajo realizado.

- **PRIMER MODELO O “CARCASA MALLA INICIAL”**

Para comenzar se genero un modelo de la carcasa y el acrílico unidos mediante un contacto “bonded” que garantiza la transmisión de las cargas entre ellos, luego se procedió a elaborar la malla, iniciando con la malla básica, a la cual se le hizo refinamiento para mejorar las condiciones de uniformidad, a este modelo se le aplico la acción de una fuerza por valor de 300 N y se realizo una prueba aplicando las teorías de falla de energía de deformación y de esfuerzo cortante máximo, determinando la deformación máxima y los respectivos factores y márgenes de seguridad.

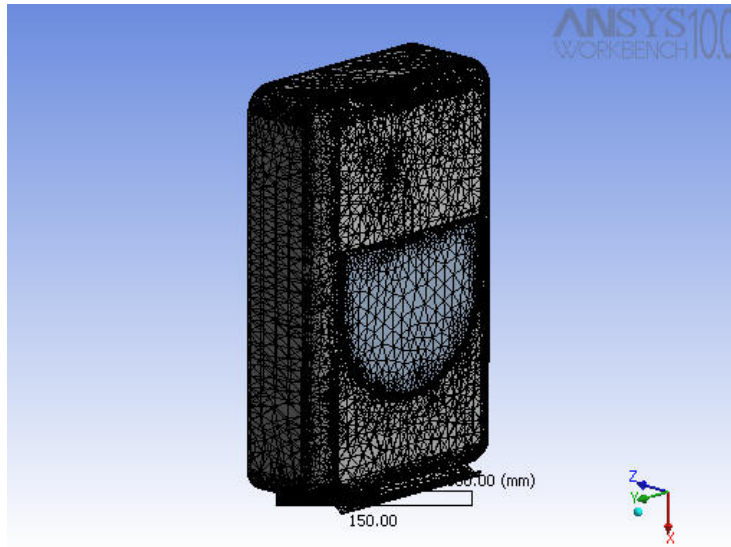


Figura 52. Malla inicial con refinamiento en la ventana

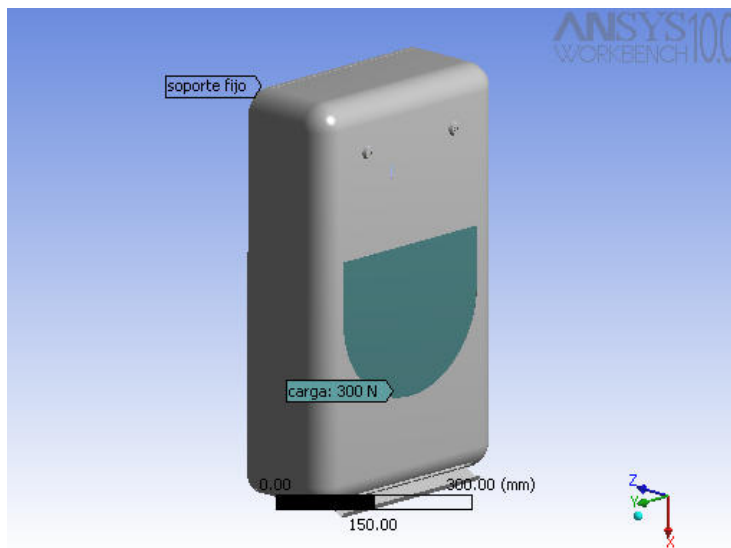


Figura 53. Escenario 300N

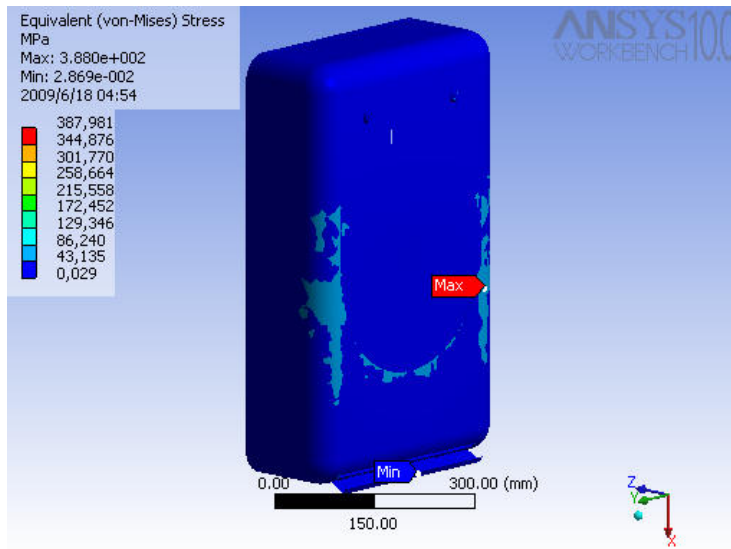


Figura 54. Esfuerzo equivalente para 300 N

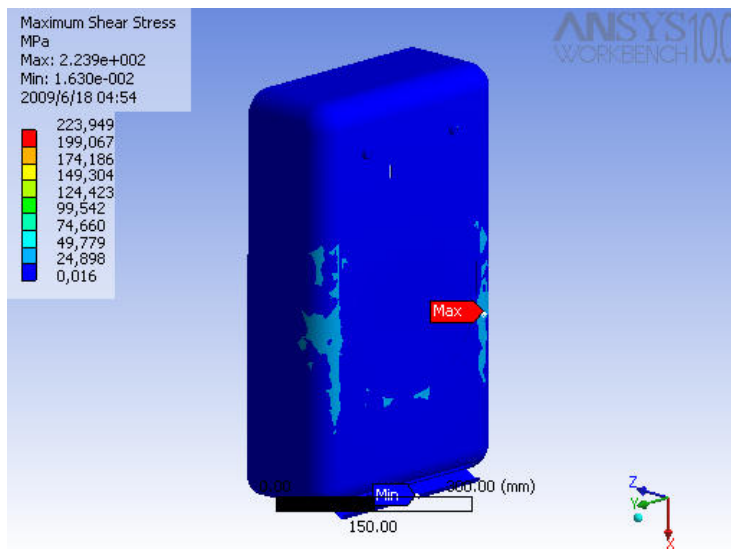


Figura 55. Esfuerzo cortante máximo para 300N

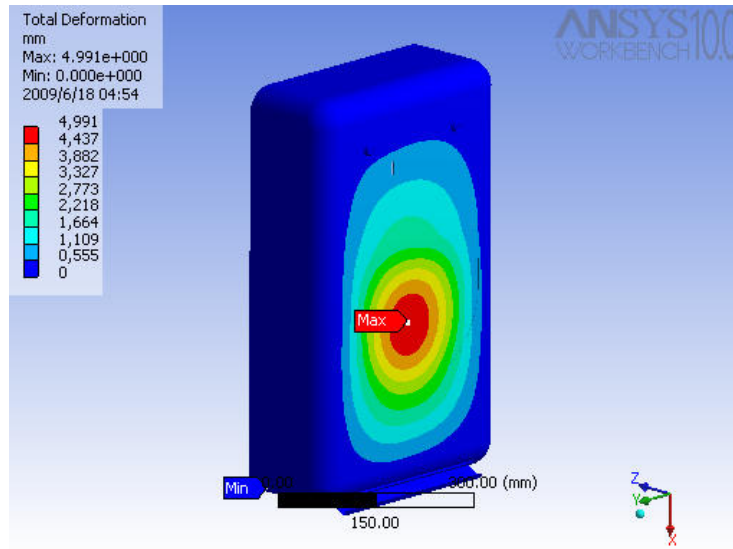


Figura 56. Deformación total para 300N

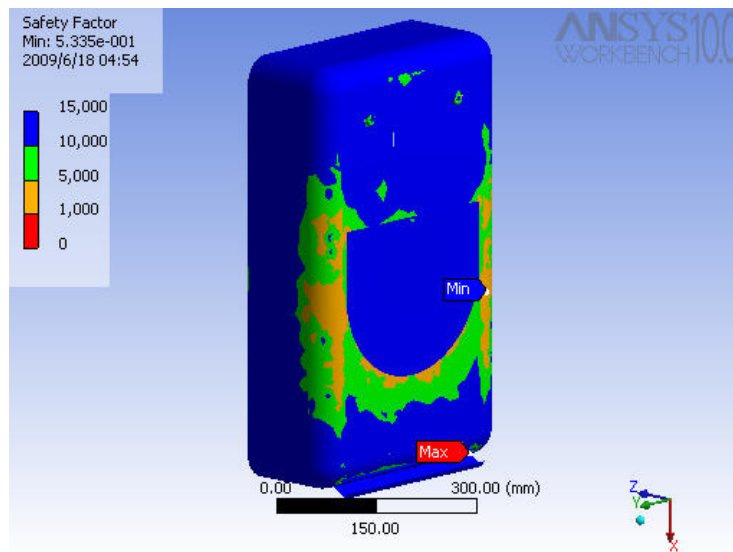


Figura 57. Factor de seguridad según la teoría de esfuerzo equivalente a 300N

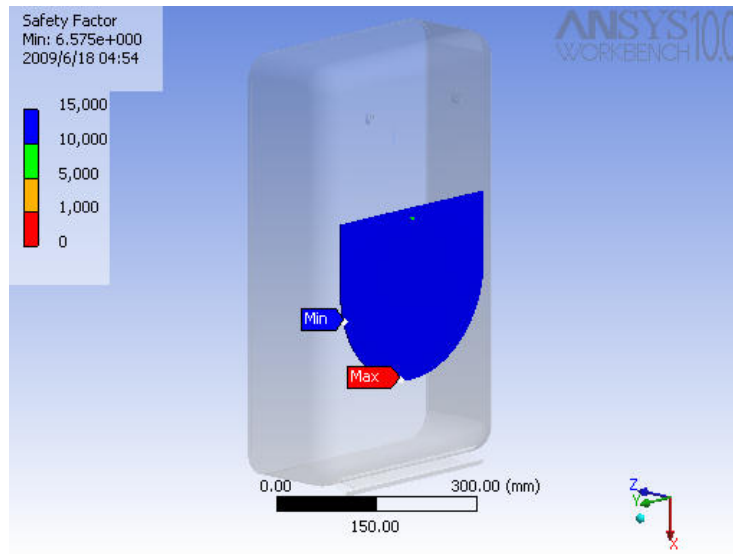


Figura 58. Factor de seguridad en el acrílico según la teoría del esfuerzo equivalente a 300N.

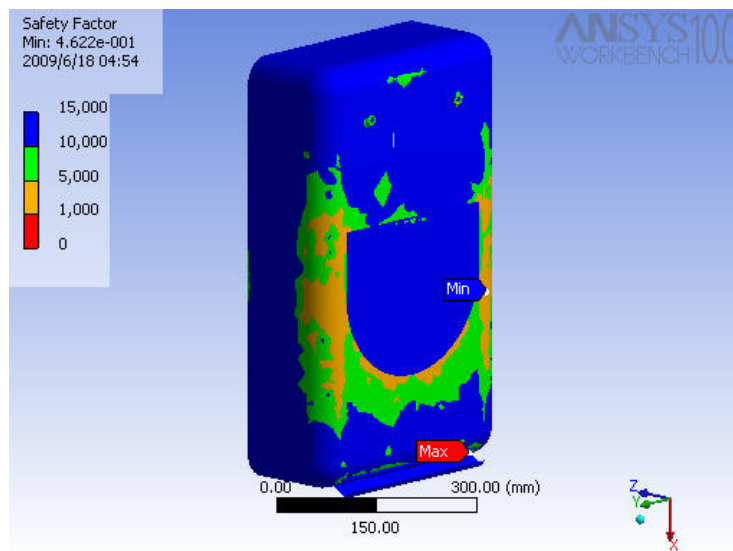


Figura 59. Factor de seguridad según teoría de cortante máximo

- **SEGUNDO MODELO O MALLA FINA**

Para este modelo se estableció un tamaño de malla “sizing” al metacrilato que fuera acorde con las necesidades del modelo, se aplicó una carga de 400N y se procedió a realizar la prueba estática según las teorías de falla antes mencionadas.

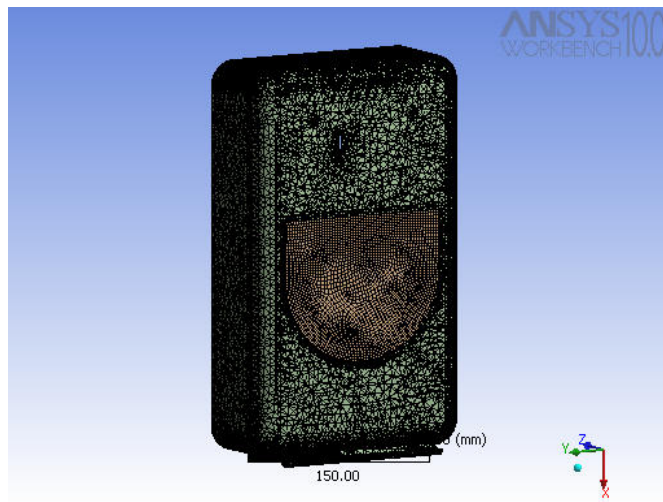


Figura 60. Malla fina

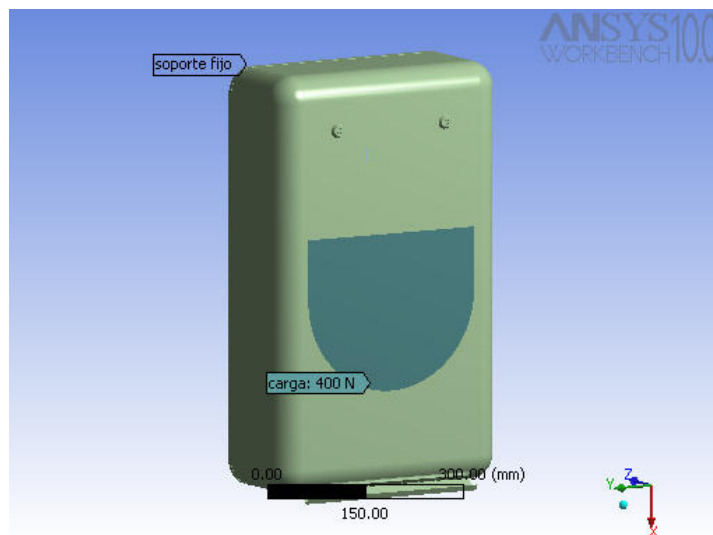


Figura 61. Escenario a 400N y malla fina

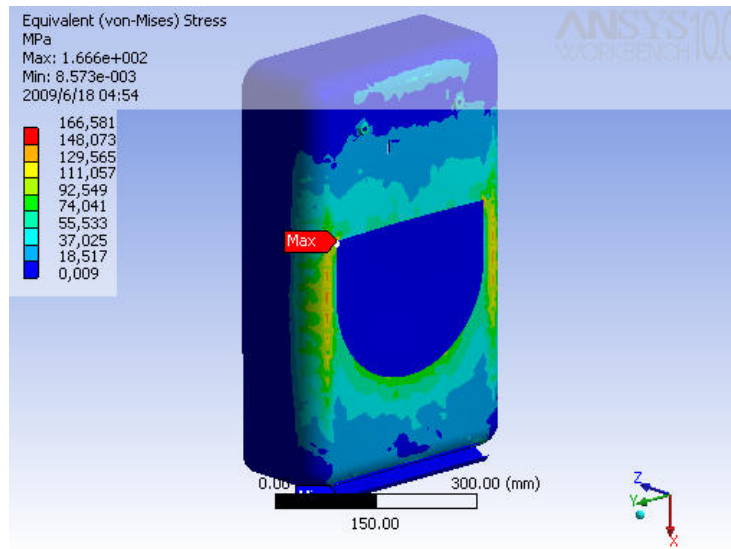


Figura 62. Esfuerzos equivalente o de von-mises a 400N malla fina

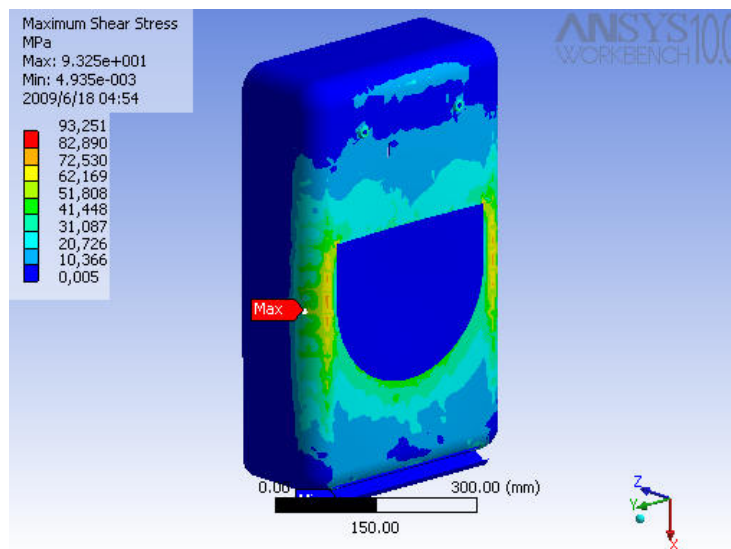


Figura 63. Máximo esfuerzo cortante a 400N malla fina

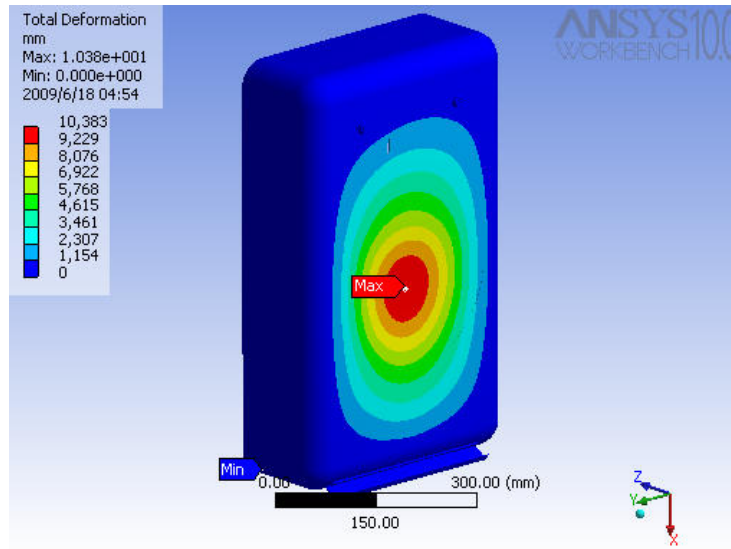


Figura 64. Deformación total con 400N

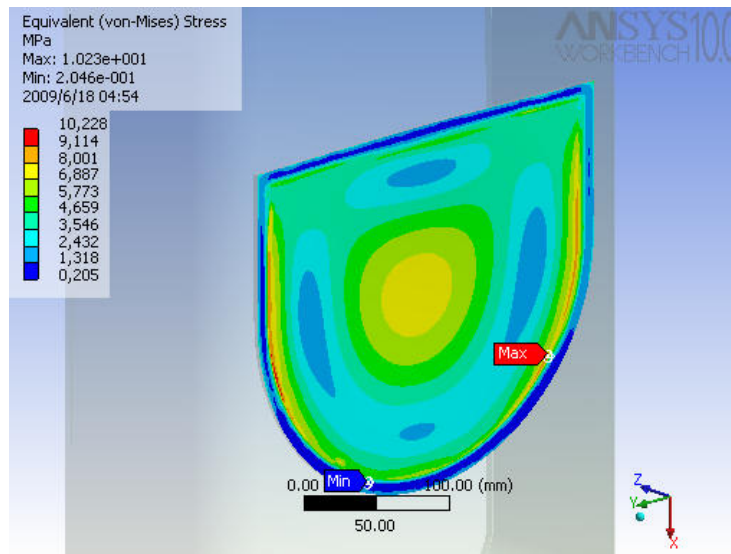


Figura 65. Esfuerzos Equivalentes en el acrílico con 400N malla fina

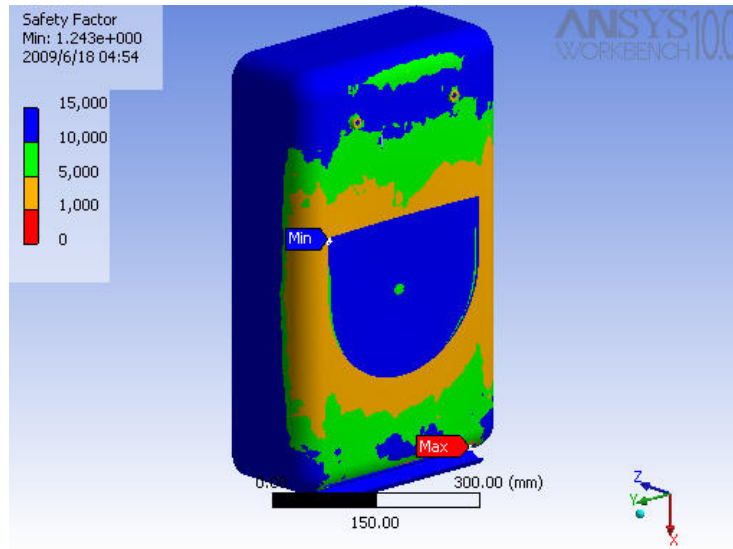


Figura 66. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente malla fina

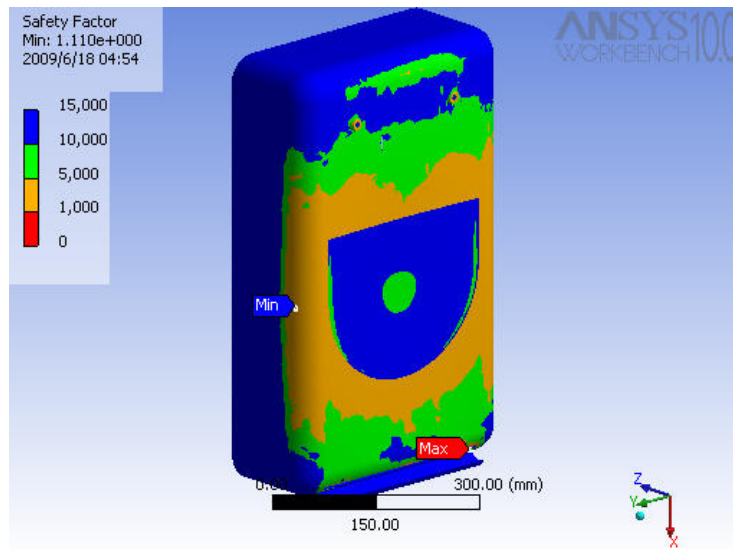


Figura 67. Factor de seguridad según esfuerzo cortante máximo malla fina

- **TERCER MODELO O CARCASA MALLA GRUESA**

Para este modelo se uso la malla libremente sin otorgar valores de tamaño de elemento, debido a esto se generó una malla con elementos mas grandes en el acrílico, se realizo una prueba con 400N para determinar la incidencia del numero de elementos en el acrílico en el resultado de los cálculos y determinar el modelo a usar en las pruebas subsecuentes.

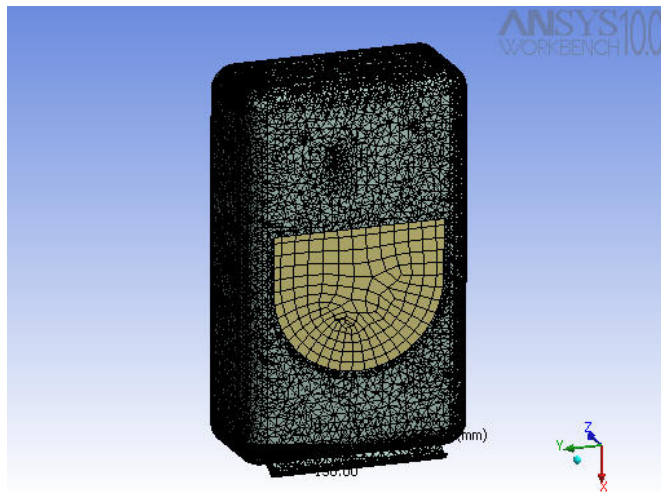


Figura 68. Malla gruesa

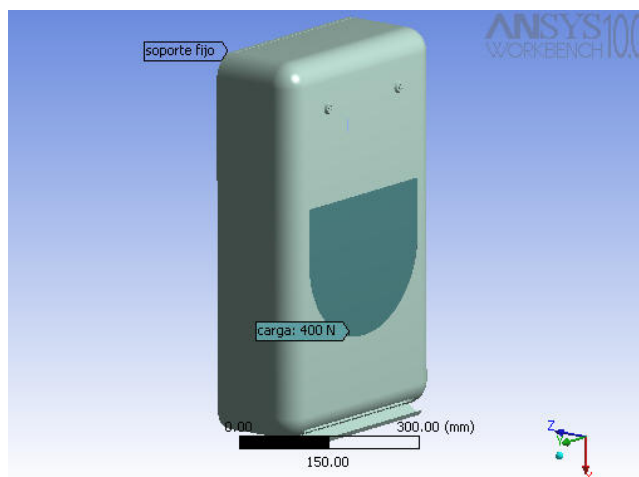


Figura 69. Mismo escenario con 400N

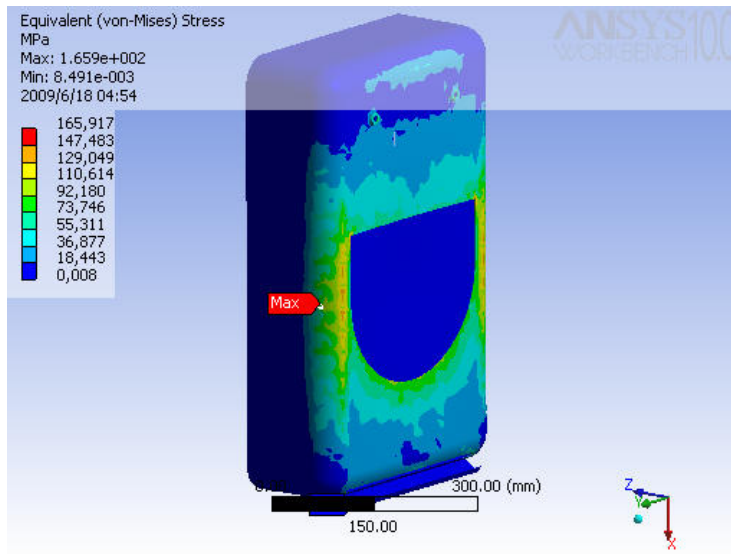


Figura 70. Esfuerzo equivalente a 400N y malla gruesa

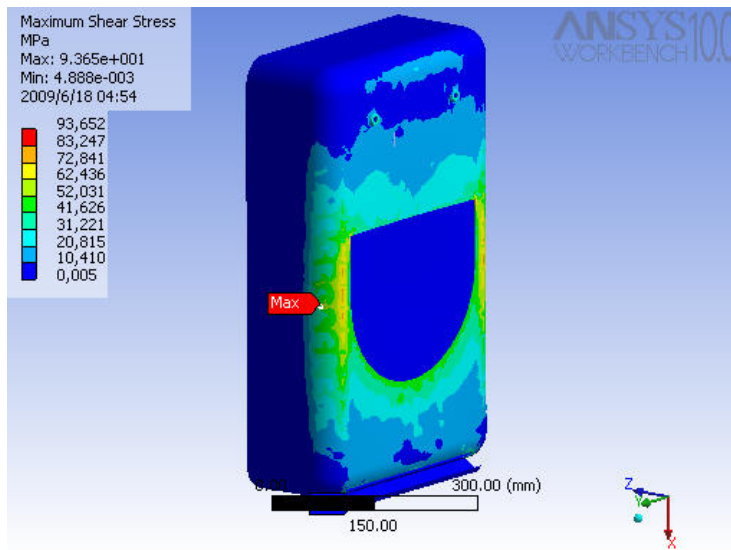


Figura 71. Esfuerzos cortantes máximos a 400N malla gruesa

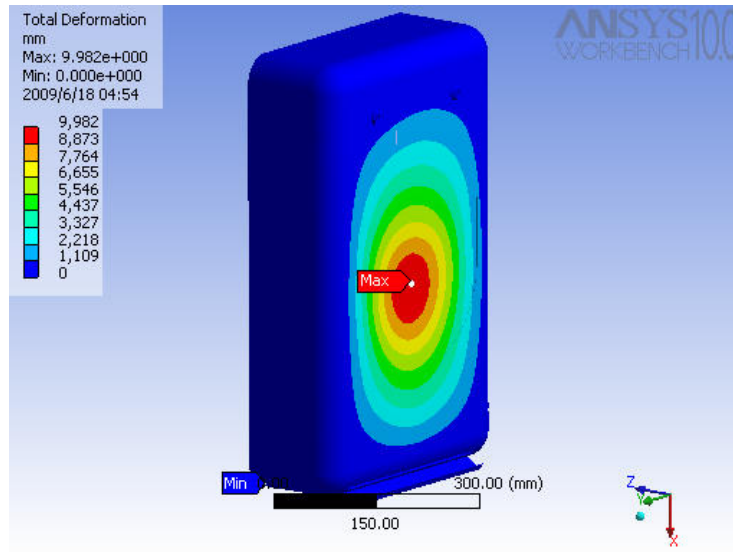


Figura 72. Deformación total a 400N malla gruesa

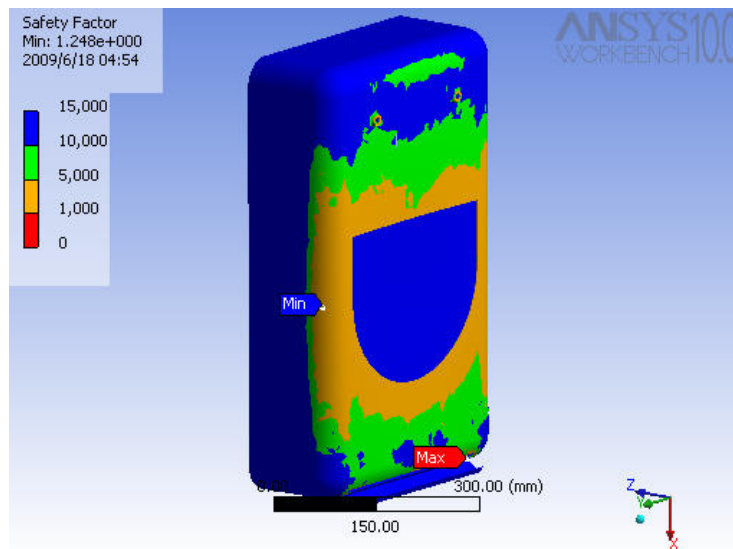


Figura 73. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente a 400N malla gruesa

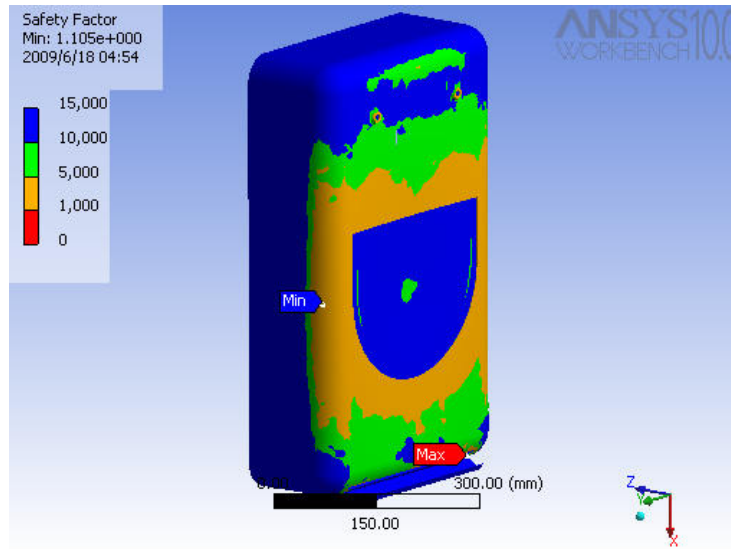


Figura 74. Factor de seguridad según cortante máximo a 400N malla gruesa

En esta imagen se observan diferencias en la distribución de esfuerzos en el acrílico con respecto a la malla fina, en la que se presenta una distribución más suave y detallada de los esfuerzos, por lo tanto escogemos la malla fina para las pruebas a realizar en adelante.

- **CUARTO MODELO O MALLA FINAL**

En este modelo se utilizó la malla fina en la implementación de los escenarios, las cargas se incrementaron gradualmente y se observaron los resultados aquí presentados:

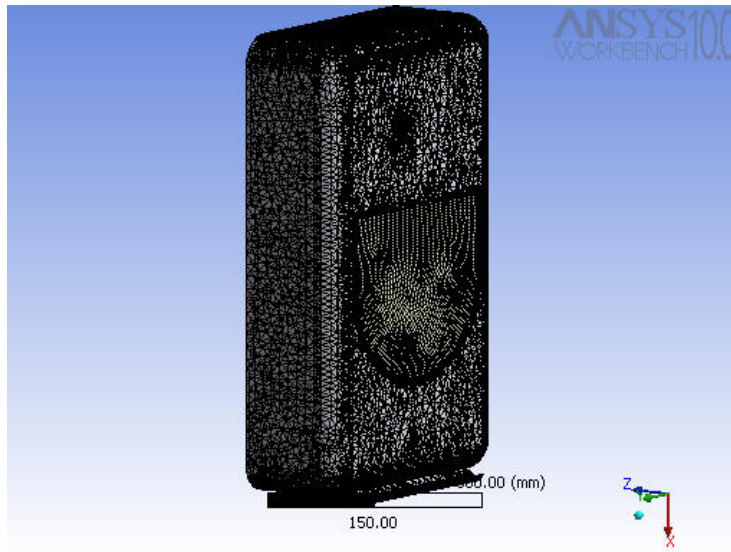


Figura 75. Malla empleada en el análisis o malla final

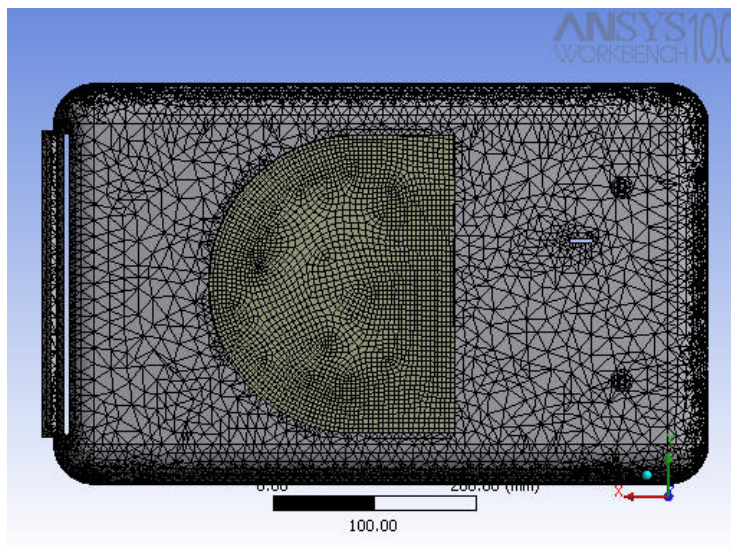


Figura 76. Detalle de la malla final

○ **ESCENARIO 1**

Para este escenario se escogió una carga de 450N

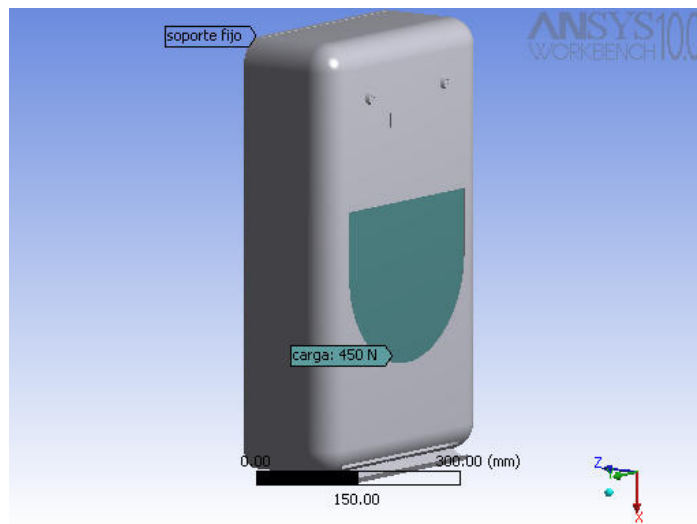


Figura 77. Escenario 450N

Se obtuvieron los siguientes resultados:

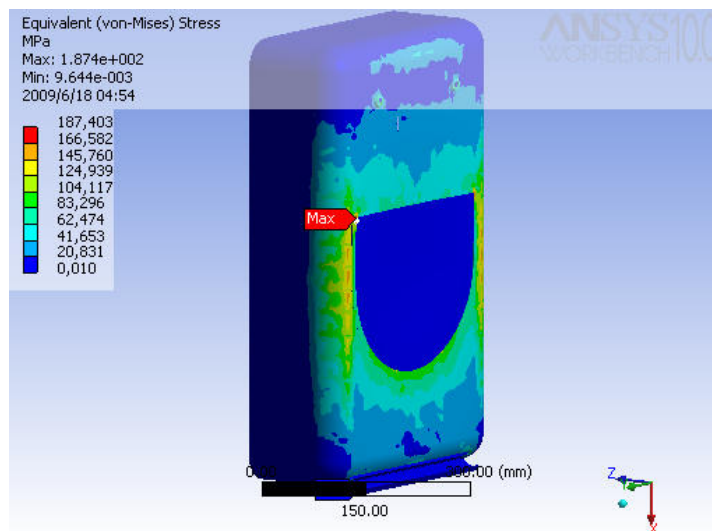


Figura 78. Esfuerzo equivalente a 450N

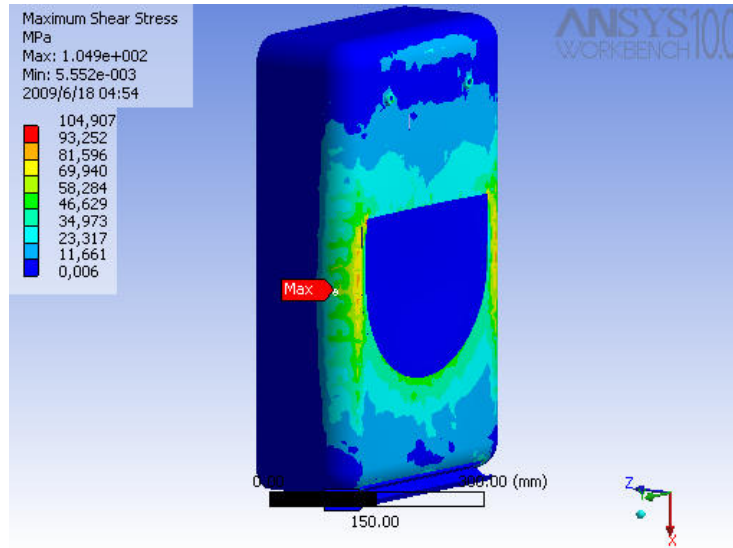


Figura 79. Esfuerzo cortante máximo a 450N

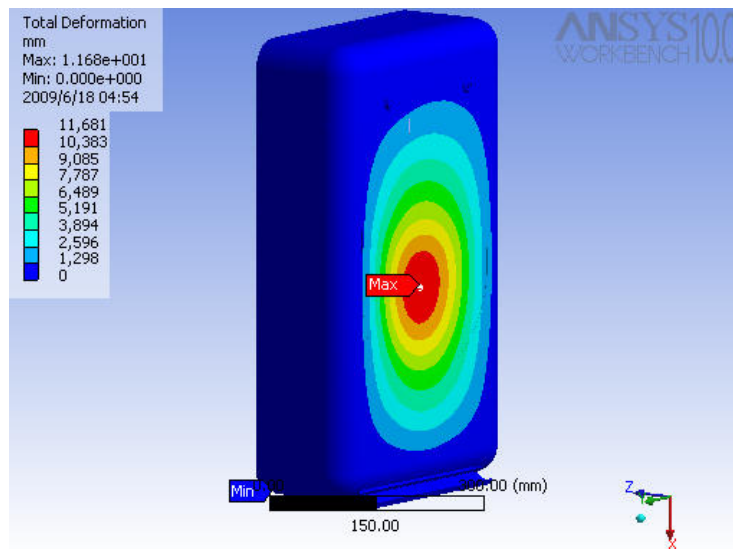


Figura 80. Deformación total con 450N

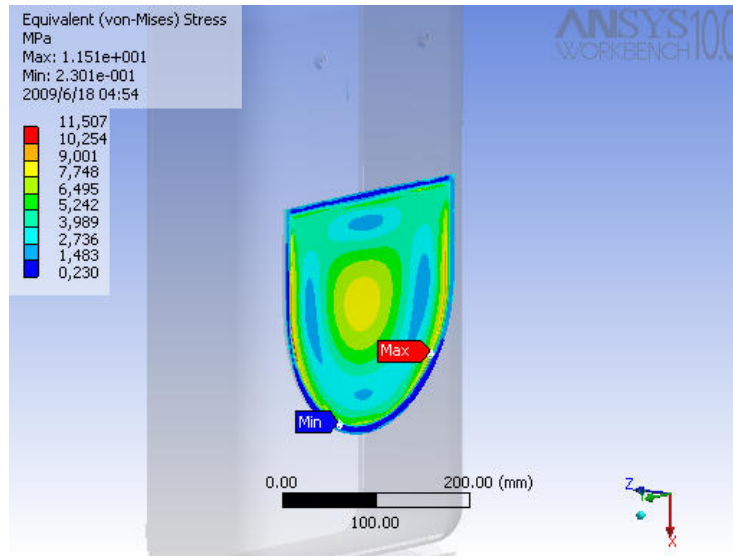


Figura 81. Esfuerzo equivalente a 450N para el acrílico

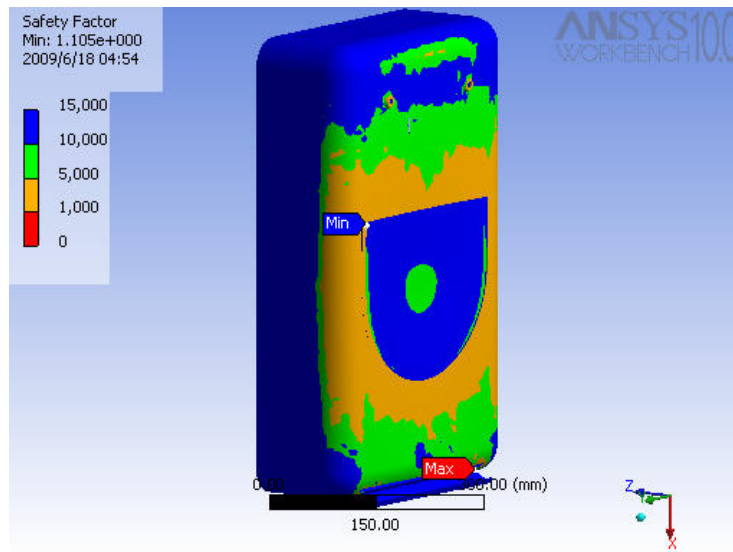


Figura 82. Factor de seguridad según criterio de esfuerzo equivalente

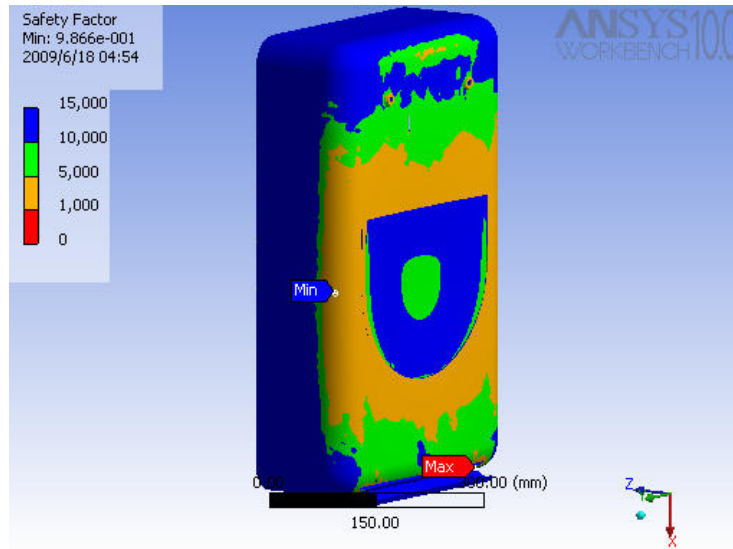


Figura 83. Factor de seguridad según criterio de cortante máximo

○ **ESCENARIO 2**

Para este escenario se trabajo con carga de 500N se observaron los siguientes resultados

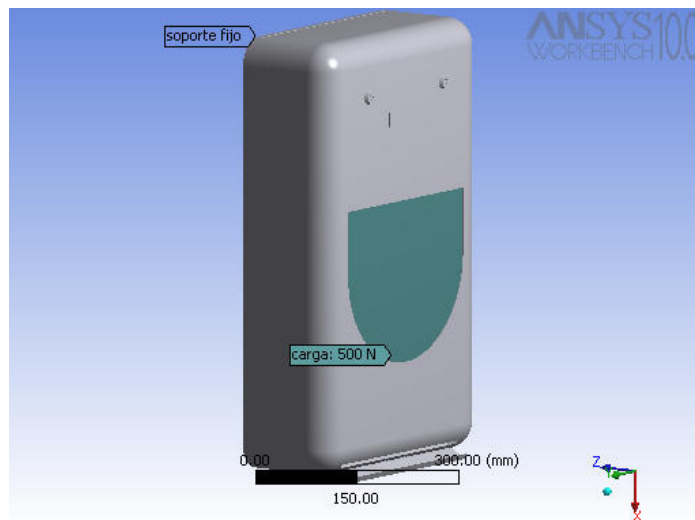


Figura 84. Escenario 450N

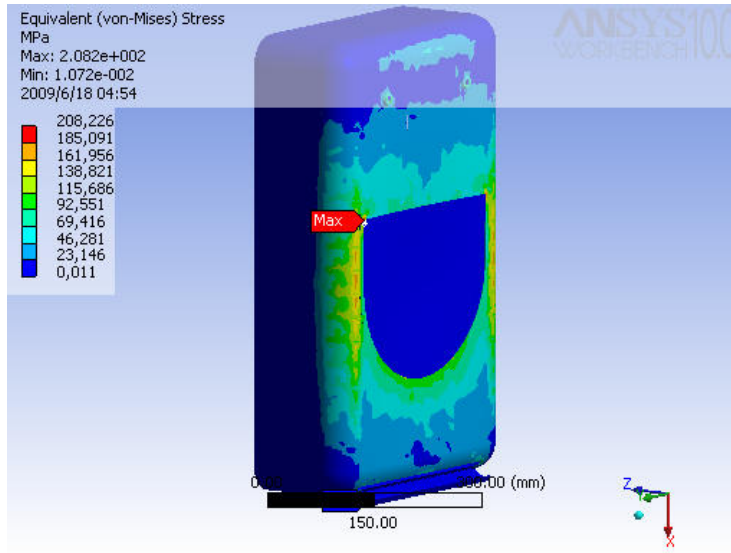


Figura 85. Esfuerzo equivalente a 500N

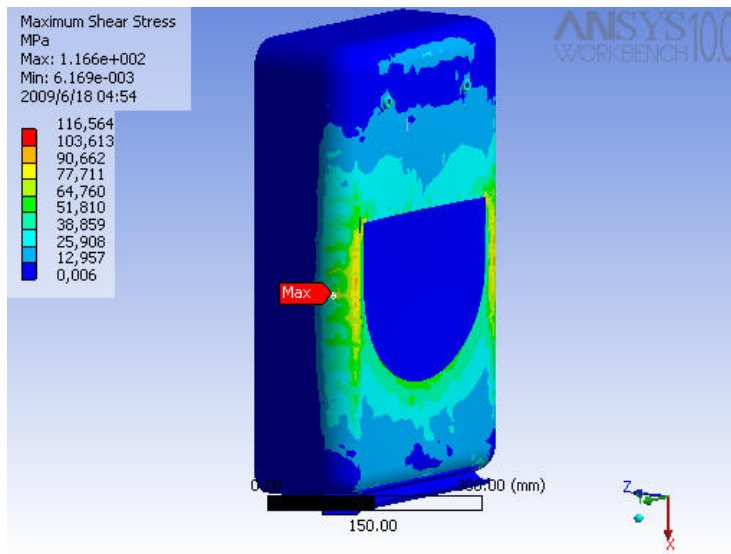


Figura 86. Esfuerzo cortante máximo a 500N

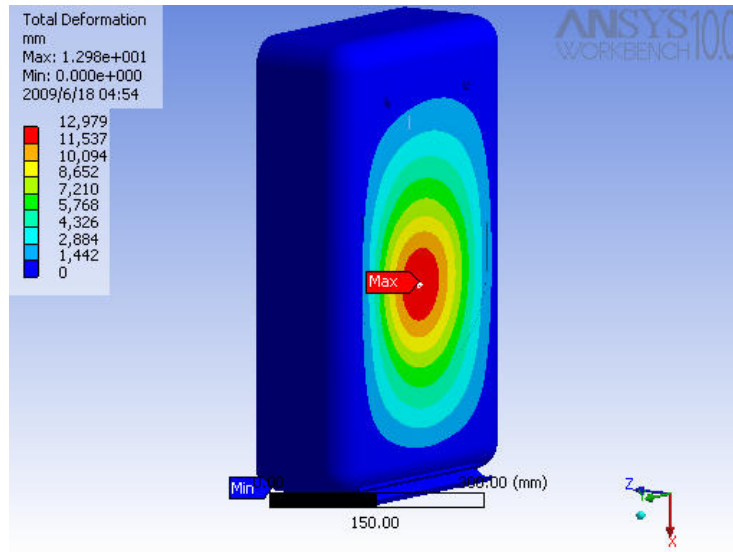


Figura 87. Deformación máxima con 500N

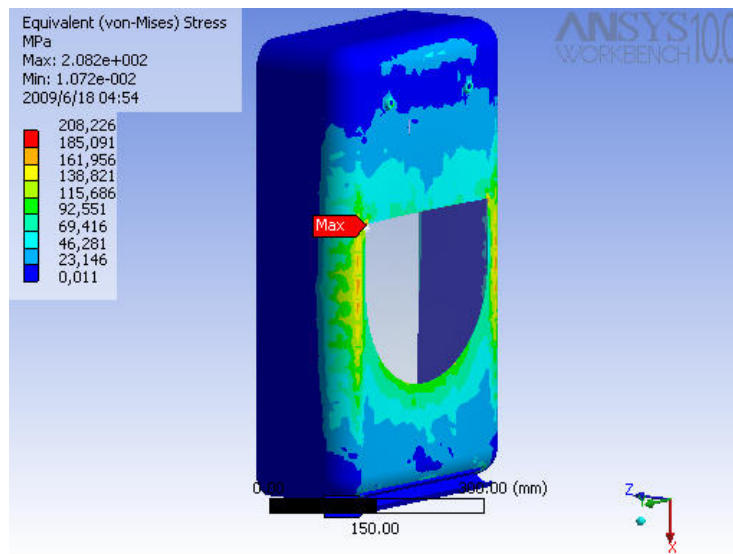


Figura 88. Esfuerzo equivalente para la carcasa sin el acrílico a 500N

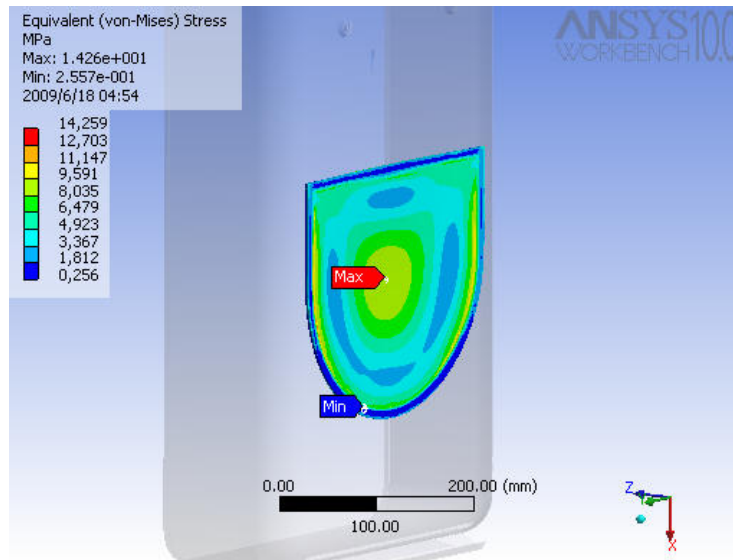


Figura 89. Esfuerzo equivalente en el acrílico con 500N

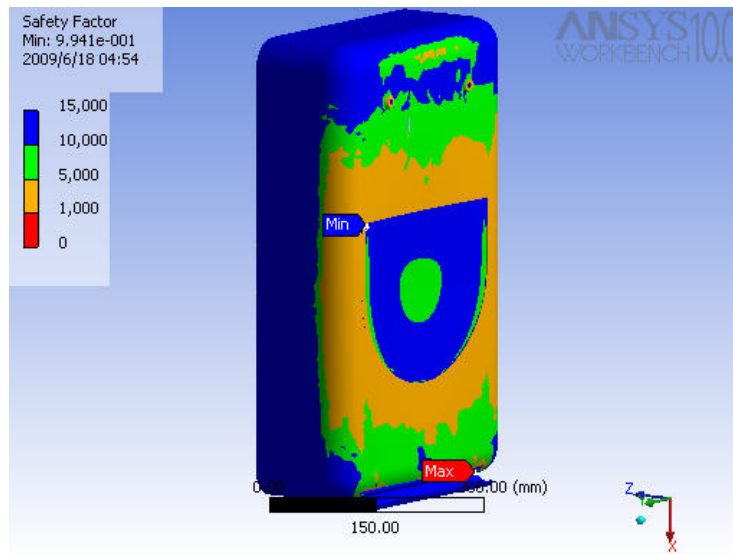


Figura 90. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente con 500N

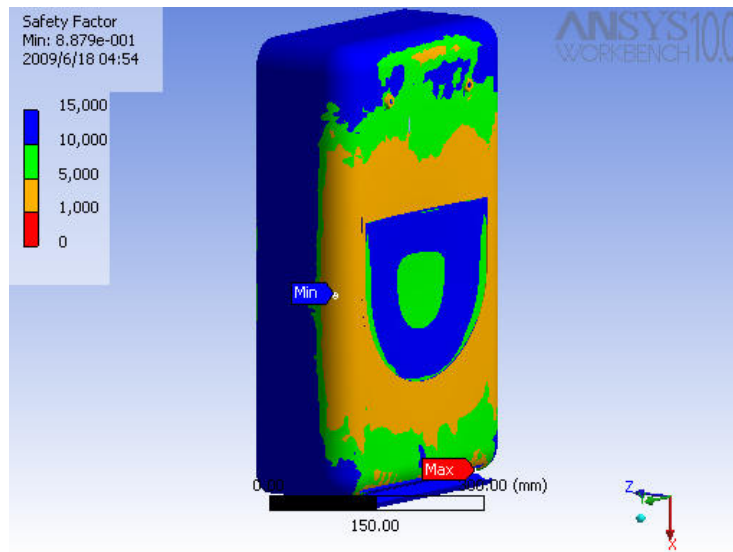


Figura 91. Factor de seguridad según cortante máximo con 500N

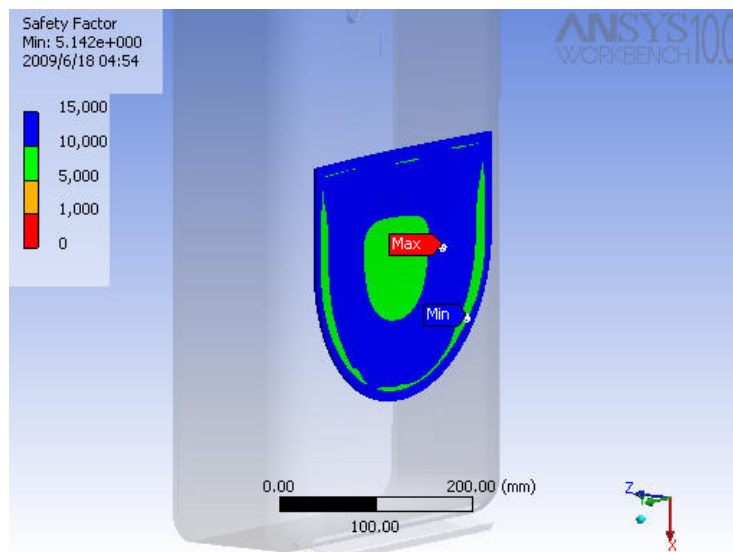


Figura 92. Factor de seguridad según cortante máximo para 500N para el acrílico

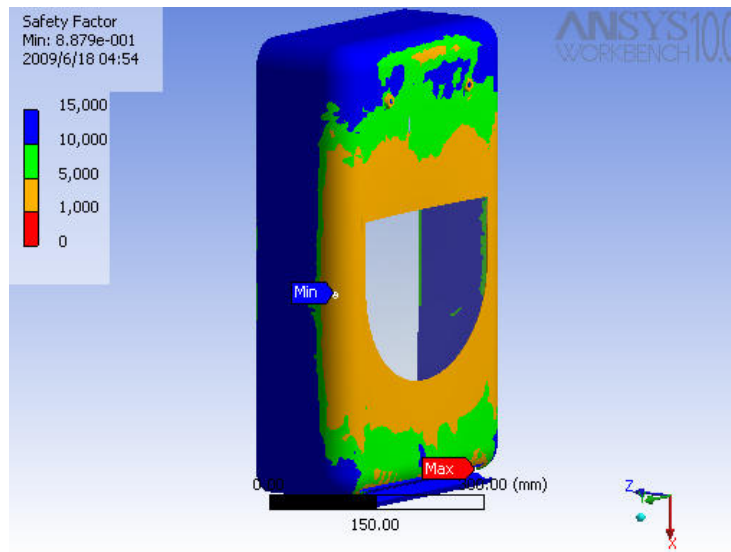


Figura 93. Factor de seguridad según cortante máximo para la carcasa sin acrílico con 500N

En estas últimas imágenes podemos observar que el material que se aproxima a la falla, es decir que pasa a la fluencia es el acero inoxidable, cabe anotar que esta falla no afecta el desempeño del dispositivo por cuanto su contenido no puede ser sustraído, se procede a aumentar las cargas hasta 750N para apreciar mejor este comportamiento.

○ **Escenario 3**

En este escenario se aplicó una carga de 550N

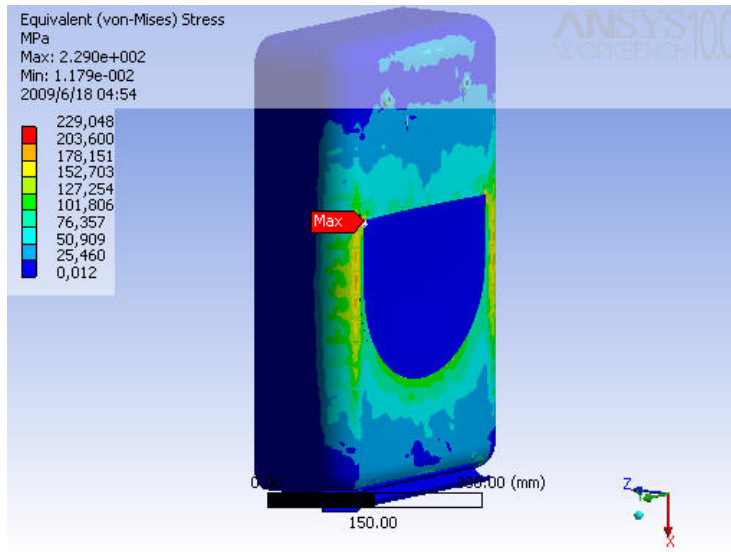


Figura 94. Esfuerzo equivalente a 550N

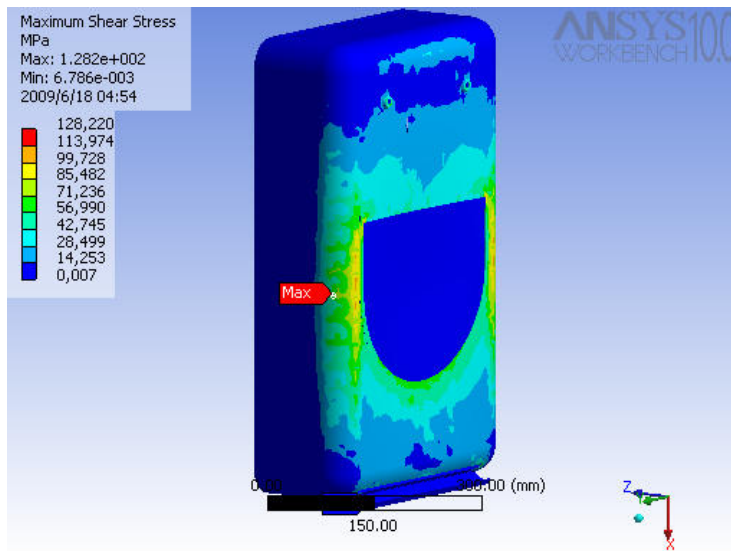


Figura 95. Esfuerzo cortante máximo a 550N

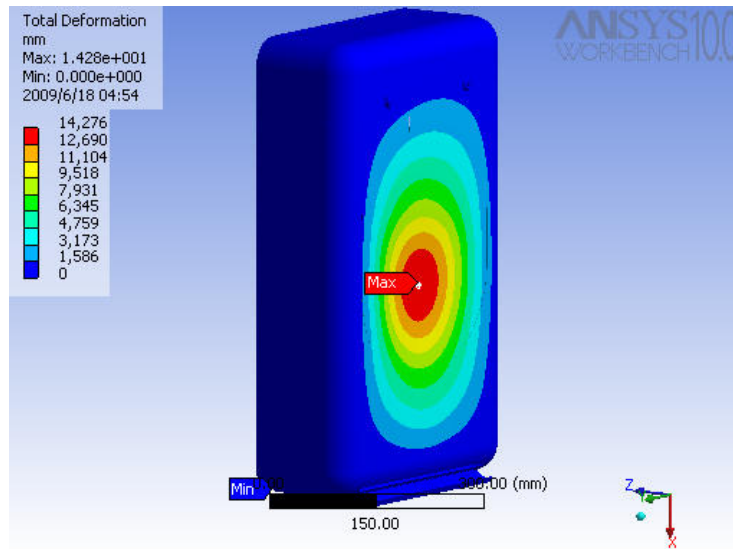


Figura 96. Deformación total con 550N

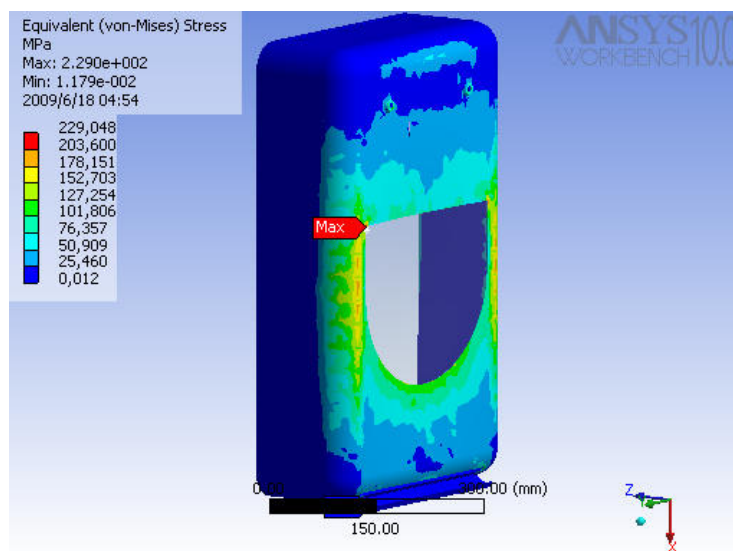


Figura 97. Esfuerzo equivalente en la carcasa sin acrílico con 550N

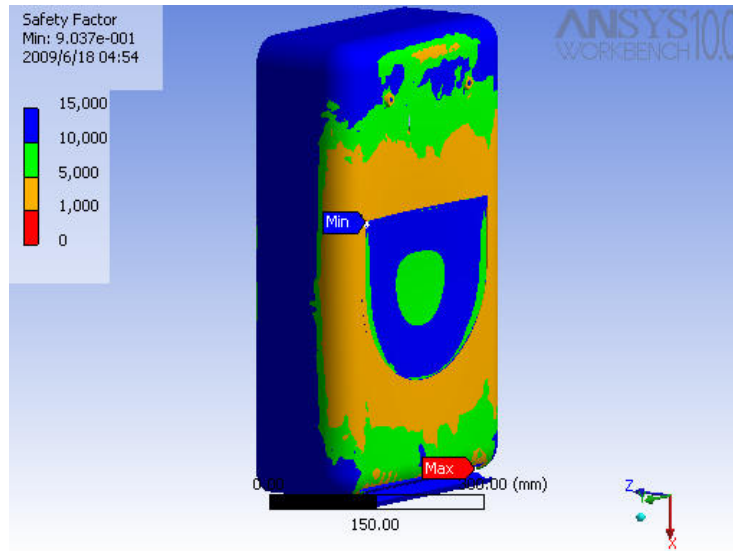


Figura 98. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente

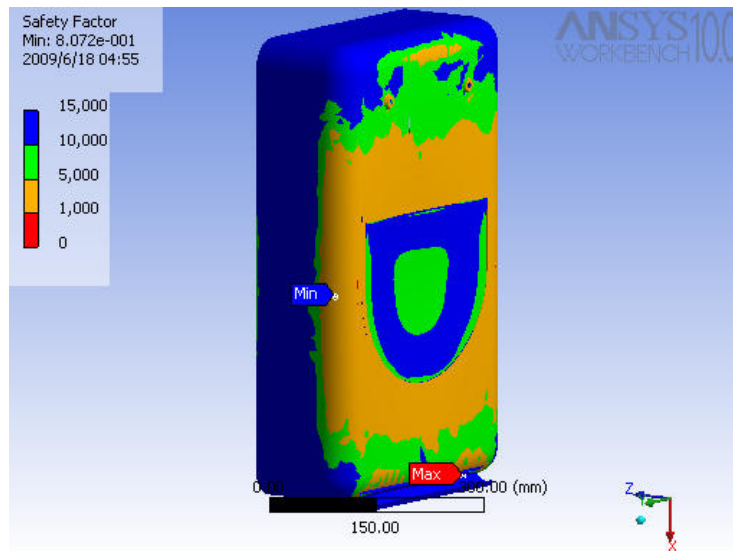


Figura 99. Factor de seguridad según cortante máximo a 550N

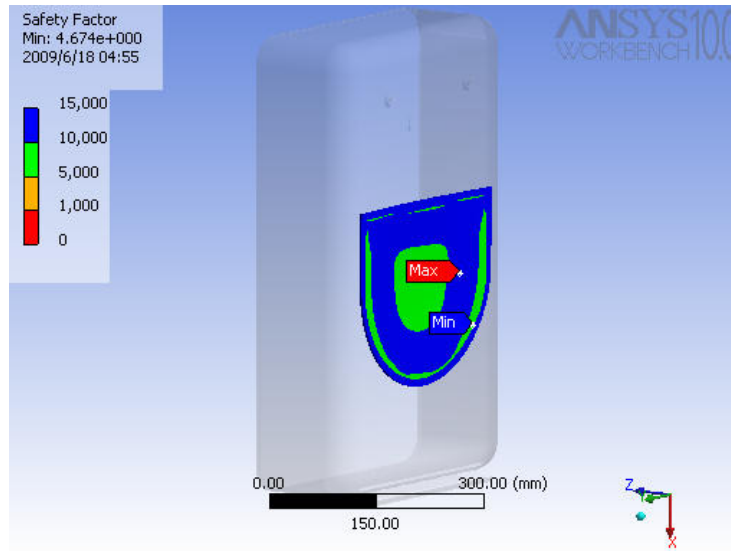


Figura 100. Factor de seguridad según cortante máximo para el acrílico con 550N

Según se observa se presenta factor de seguridad inferior a 1 en el acero, esto nos indica que el material esta pasando a comportamiento plástico, lo que indica que el material se deforma pero no se puede acceder a los producto almacenados en el.

- **Escenario 4**

En este escenario se aplico una carga de 600N y se observaron los siguientes resultados:

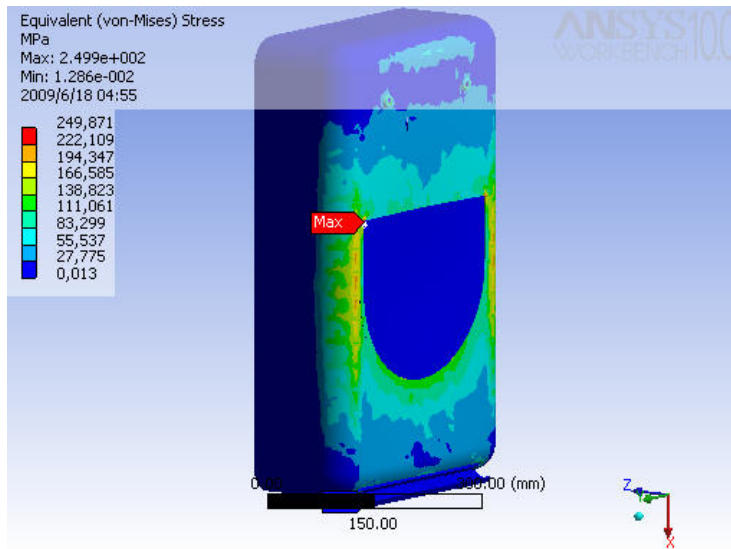


Figura 101. Esfuerzo equivalente para 600N

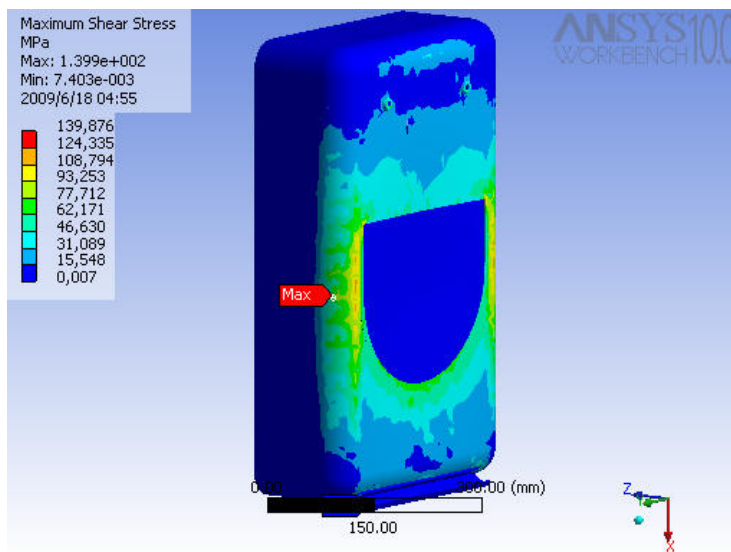


Figura 102. Máximo esfuerzo cortante a 600N

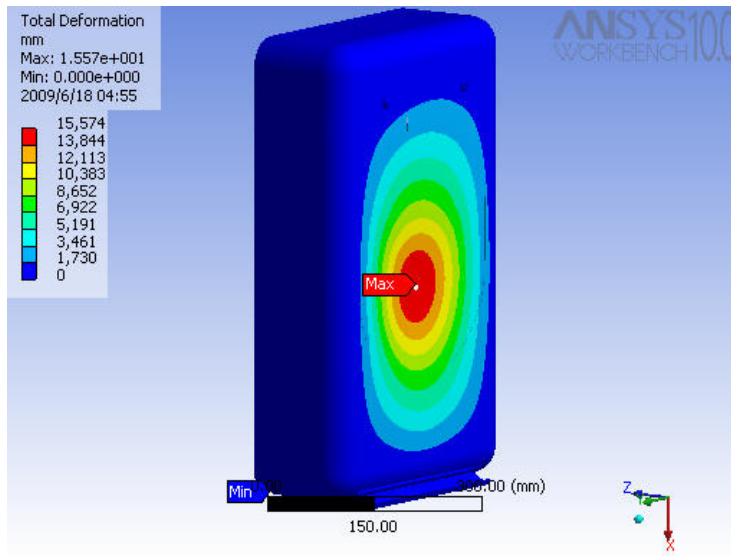


Figura 103. Deformación total con 600N

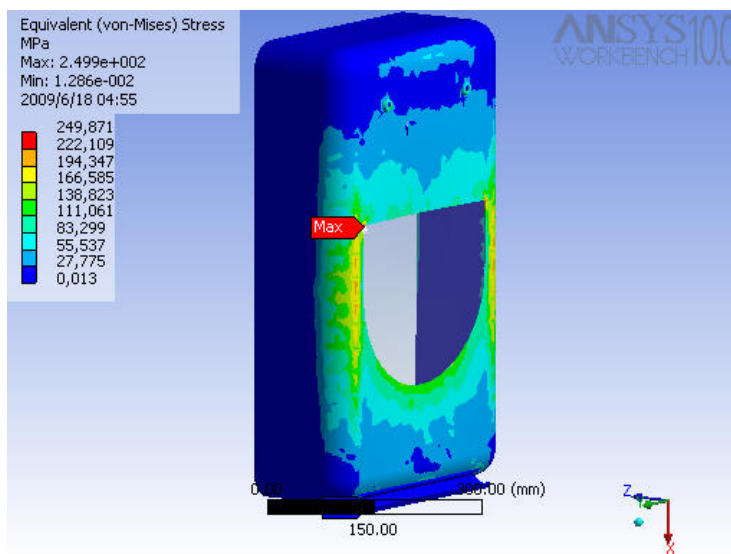


Figura 104. Esfuerzo equivalente con 600N para la carcasa sin acrílico

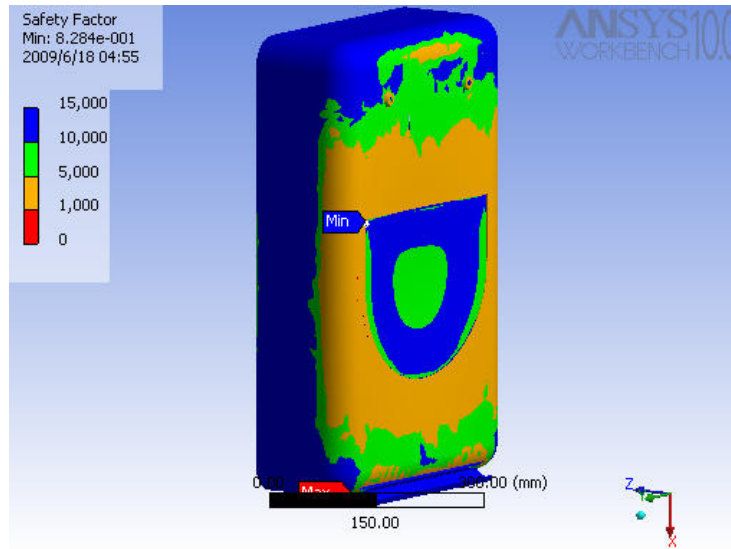


Figura 105. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente con 600N

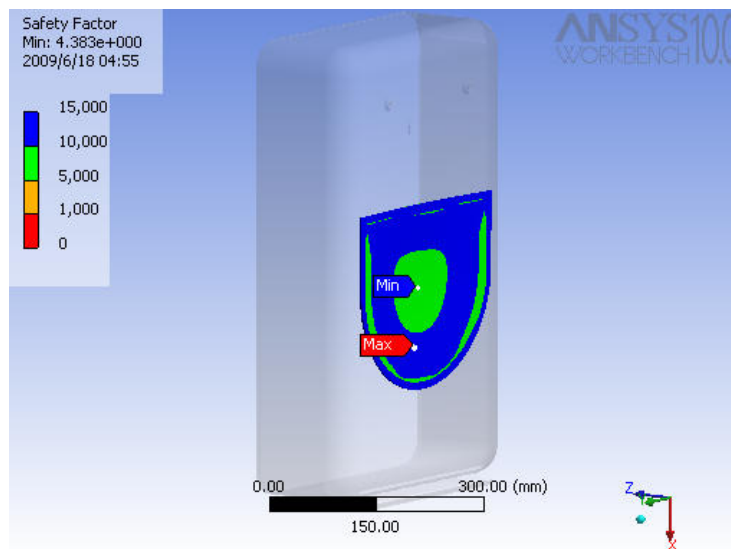


Figura 106. Factor de seguridad según Esfuerzo equivalente con 600N en el acrílico

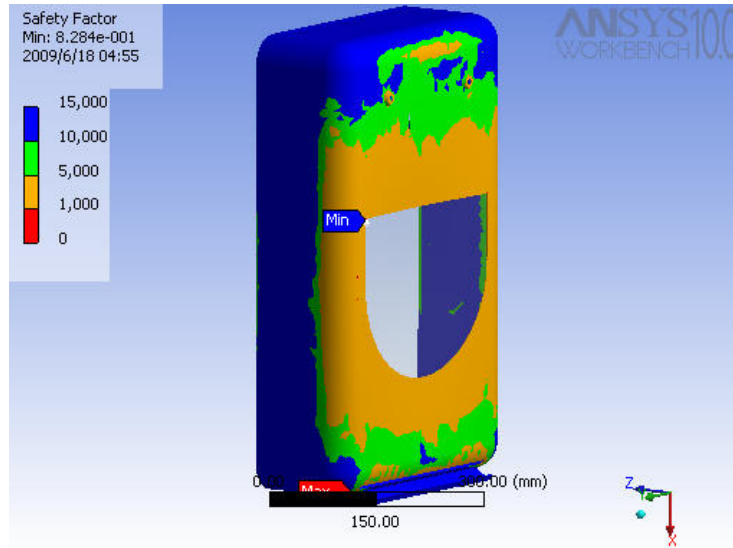


Figura 107. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente con 600N en la carcasa sola

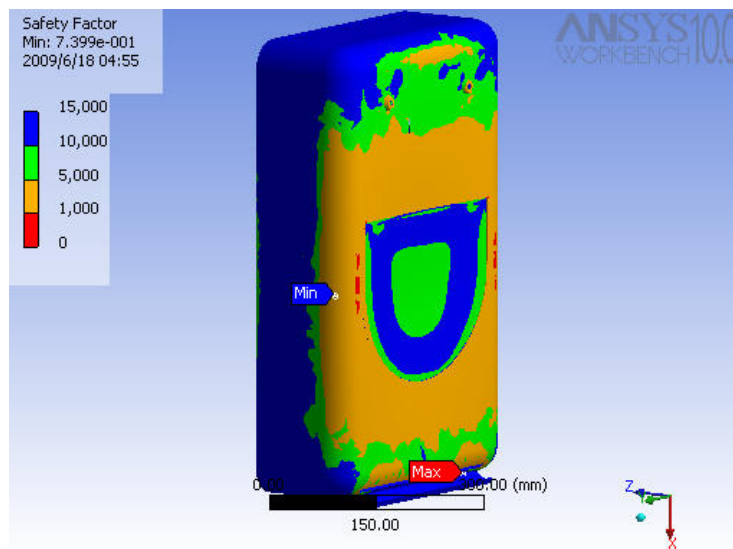


Figura 108. Factor de seguridad según esfuerzo cortante máximo con 600N

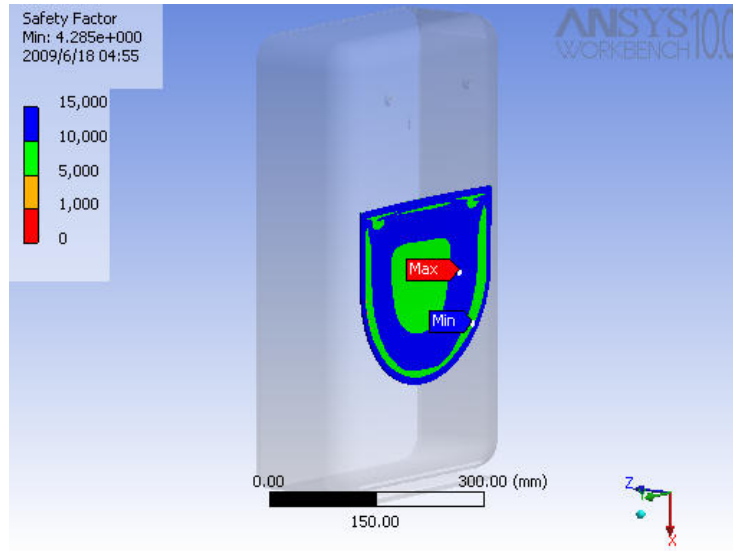


Figura 109. Factor de seguridad según cortante máximo con 600N en el acrílico

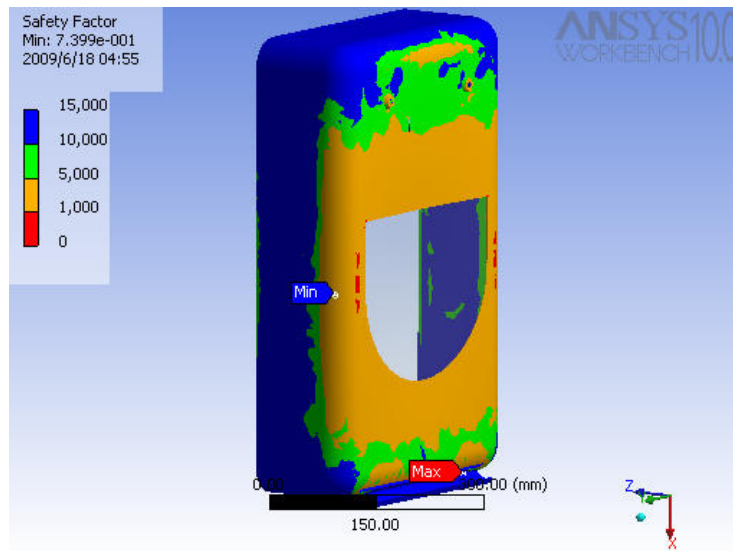


Figura 110. Factor de seguridad de la carcasa según cortante máximo con 600N en la carcasa sola

Se sigue presentando falla solamente en el acero, el acrílico presenta buen comportamiento frente a estas magnitudes de carga, finalmente vamos a hacer una prueba con 750.

○ **ESCENARIO 5**

En este escenario trabajamos con una carga de 750N y estos fueron los resultados:

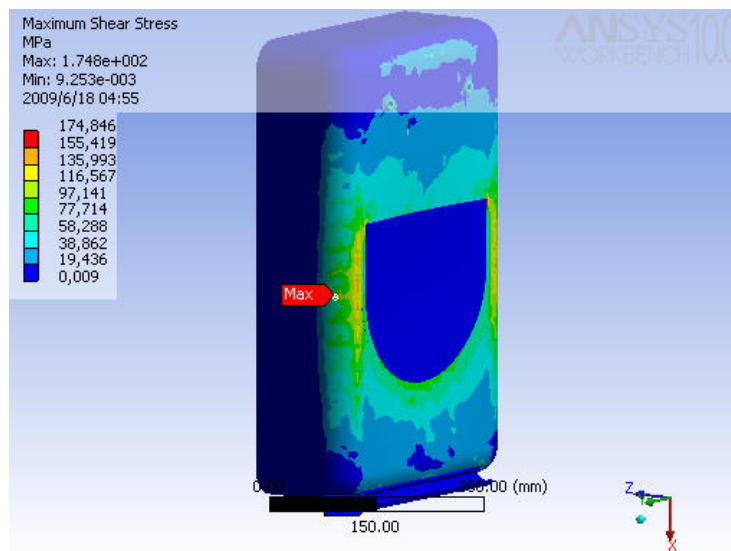


Figura 111. Máximos esfuerzos cortantes a 750N

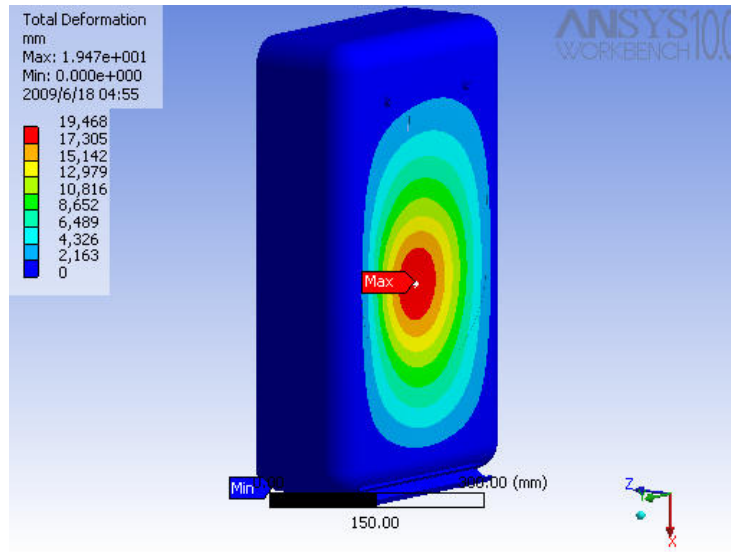


Figura 112. Deformación total con 750N

Podemos observar que la deformación total no excede 2mm, por lo cual la carcasa no entra en contacto con las partes internas, de forma tal que la acción de una fuerza de esta magnitud no altera el funcionamiento del dispositivo.

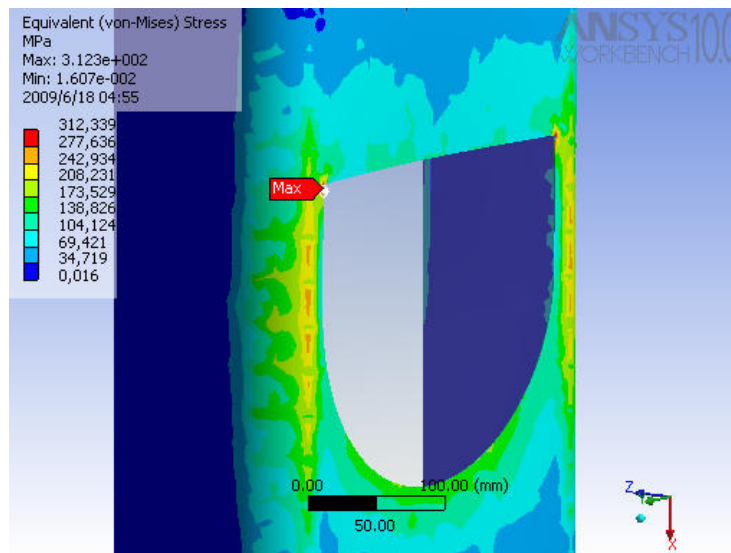


Figura 113. Esfuerzo equivalente en la carcasa

También podemos apreciar en este detalle que el esfuerzo máximo para estas condiciones de carga y con esta teoría de falla se origina en las esquinas superiores de la ventana de la carcasa, se recomienda un redondeo.

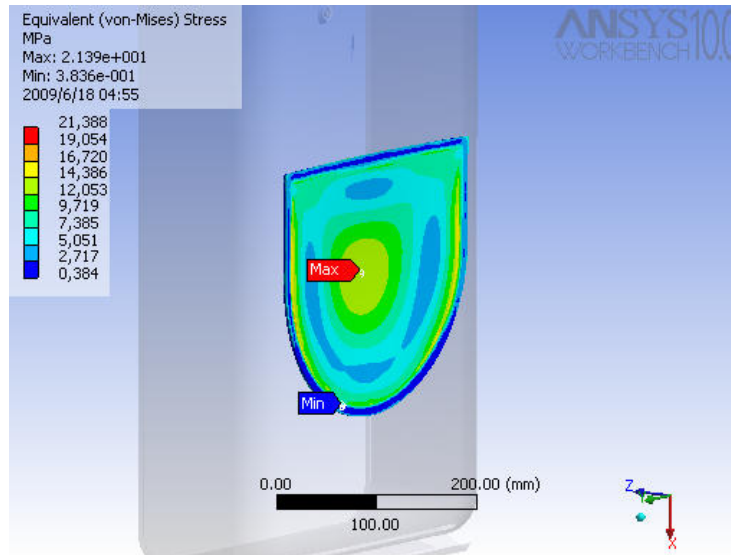


Figura 114. Esfuerzo equivalente en el acrílico

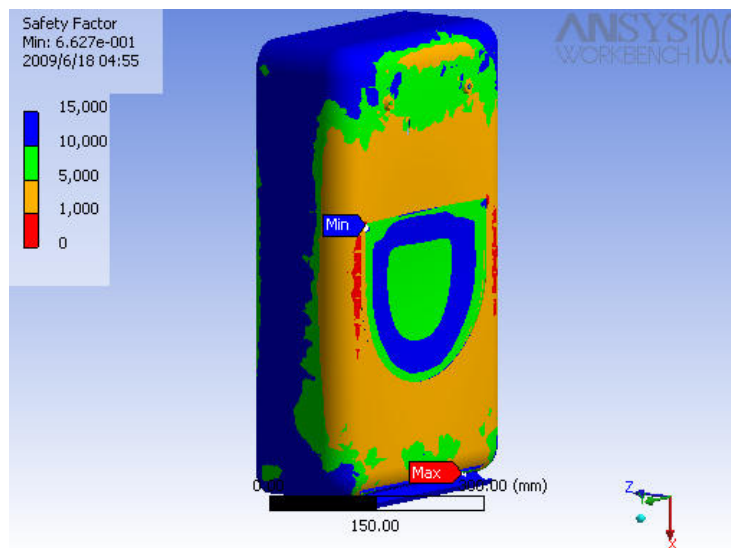


Figura 115. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente a 750N

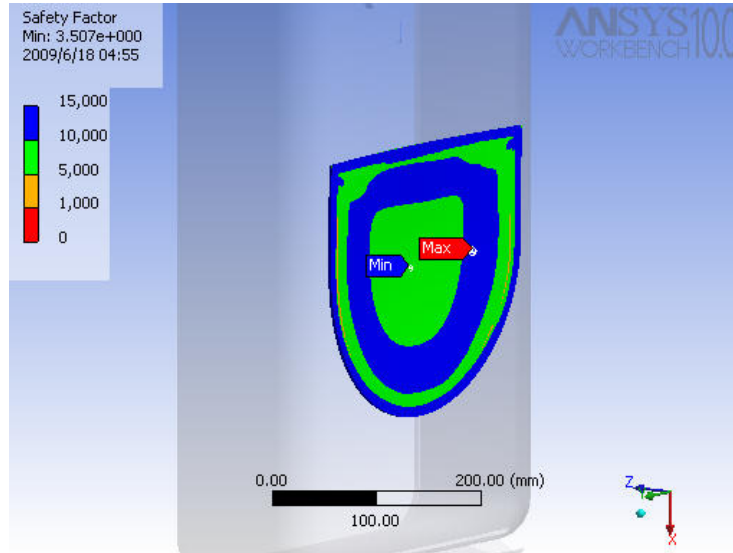


Figura 116. Factor de seguridad según esfuerzo equivalente para 750N en el acrílico

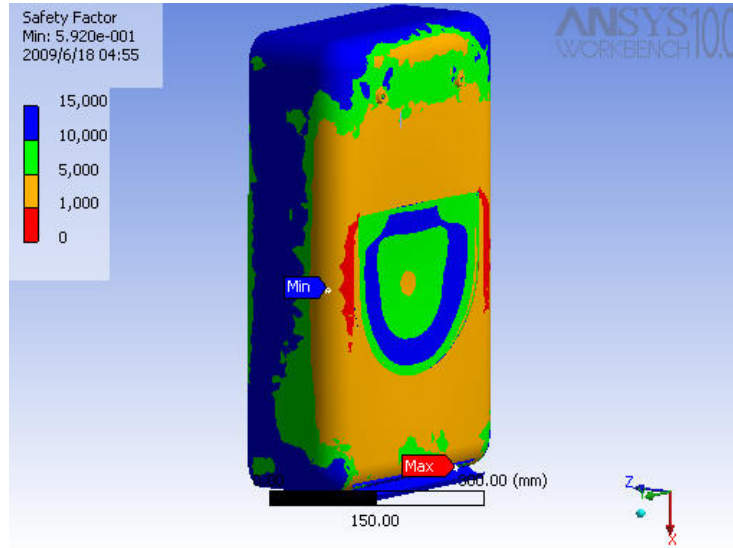


Figura 117. Factor de seguridad según cortante máximo con 750N

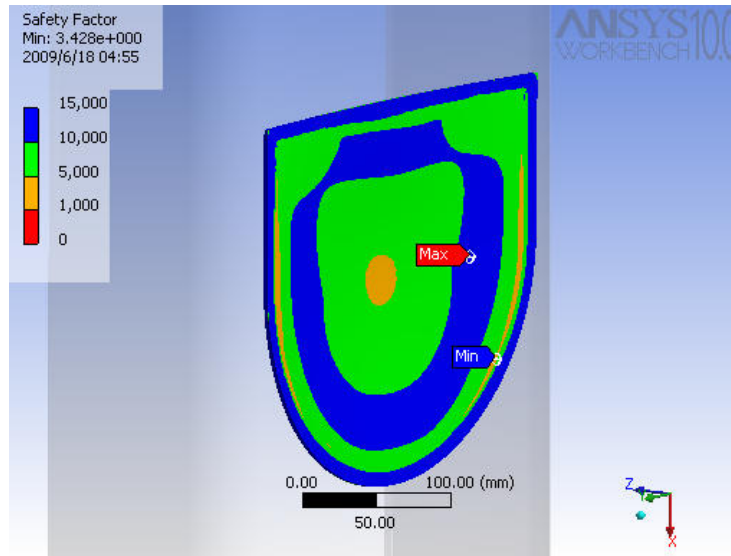


Figura 118. Factor de seguridad según cortante máximo para 750N

Para mas detalles y valores favor remitirse al anexo 7.

La conclusión final de este estudio es que aunque el dispensador fue expuesto a diferentes cargas y como máximo 750 N, que es aproximadamente como aplicar 75kg en un golpe puntual, este no fue perjudicado y dañado en su funcionamiento. El dispensador en las partes laterales del acero se produce fatiga deformando por milímetros al material pero no permite acceder a las cajas que se encuentran en el interior.

La silicona fría tiene una fuerza a la rotura de la unión de 6870,5 N dando un rango alto para soportar la fuerza puntual sobre el acrílico.

### 5.2.13 Modelo funcional 001



Figura 119. Modelo final.

#### 5.2.1.3.1 Características

Descripción de características y mejoras que tiene modelo de prueba 001 para continuar con el proceso de diseñar el nuevo dispensador electrónico Dispentek. Sugeridos por usuarios, clientes y la misma empresa.

- Tiene mayor precisión por tener un sistema integrado en la validación de la moneda.
- Se utiliza materiales mas resistentes que los actualmente utilizados en el dispensador
- Evita el hurto por su forma en la ventana de salida e imposibilidad de acceder al validador de monedas con piezas extrañas.

- Cambio de motor evitando calentamiento y desperdicio de espacio interno.
- Cables y sistema integrado ubicados en la parte trasera de las tolvas evitando el acceso a personal no calificado.
  - En su parte delantera publicidad de Dispentek para posicionar la marca.
  - Mayor almacenamiento el triple del actual dispensador.
  - Mayor aprovechamiento del espacio interno.
  - Mejoras formal-estéticas basándose en conceptos de diseño emocional<sup>19</sup> y similitud con los objetos de los baños públicos.
  - No tiene tornillos ni piezas sueltas.
  - Lenguaje se uso correcto (realizando las mejoras de contraste concluidas en la comprobación ergonómica)
  - Descarte y devolución de piezas que no son validados por el sistema.
  - Rediseño de las cajas evitando las tabas con las pestañas
  - Implementación del sistema poke-yoke evitando trabajos por mal almacenamiento.

---

<sup>19</sup> NORMAN; El Diseño Emocional. Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos. Editorial Paidós. 3ª edición 2005.

## **6. DISEÑO DEL PROCESO**

Al diseñar el proceso de producción para la posterior comercialización del dispensador se siguieron dos importantes pasos que sirven como soporte de toda la planeación de la producción y que definen los requerimientos para satisfacer las necesidades que el proceso exige. Estos dos pasos son:

- Definición de los productos a manufacturar.
- Especificaciones de los procesos de manufactura y las actividades relacionadas para la elaborar los productos.

El objetivo del capítulo es definir estos puntos para posteriormente comercializar los productos. En este caso ambos puntos están bien definidos y a continuación se da una descripción detallada de ellos.

### **6.1 PRODUCTOS**

La definición de los productos involucra desde la determinación de qué es lo que se va a hacer hasta la descripción a detalle de dichos productos. Los productos que elabora DISPEN TEK son:

- 1) Dispensador electrónico
- 2) Cajas plegadizas de cartón para almacenar papel higiénico. En estas cajas varían únicamente en el diseño de impresión requerido por el cliente.

## 6.1.1 Estructura de los productos

### 6.1.1.1 Estructura del Dispensador:

La estructura del dispensador se muestra en la siguiente lista de materiales:

LISTA DE MATERIALES				
<b>EMPRESA:</b>	DISPENTEK		<b>Preparador por:</b>	Diana Martínez
<b>PRODUCTO</b>	Dispensador Electrónico		<b>Fecha:</b>	07 de junio de 2009
No. De la parte	Nombre de la parte	Plano No.	Cantidad	Hacer o comprar
1	Dispensador electrónico	1	1	Hacer
0001	Carcaza anterior	4	1	Comprar
0002	Chapa de seguridad	-	2	Comprar
0003	Carcaza posterior	5	1	Comprar
0004	Bisagra	-	1	Comprar
0005	Base tolva	22	1	Comprar
0006	Chaflán Tolva	20	4	Comprar
0007	Soporte Tolva derecho	27	1	Comprar
0008	Soporte Tolva central	27	1	Comprar
0009	Soporte Tolva Guía	27	1	Comprar
0010	Soporte Tolva Izquierdo	23	1	Comprar
0011	Guía moneda central	25	2	Comprar
0012	Barra lateral	20	2	Comprar
0013	Barra derecha	26	1	Comprar
0014	Barra izquierda	20	1	Comprar
0015	Base inferior	24	4	Comprar
0016	Paleta para eje	-	3	Comprar
0017	Tope lateral	24	1	Comprar
0018	Micro-reductor	-	1	Comprar
0019	Soporte Micro-reductor	25	1	Comprar
0020	Rodamiento SKF 608	20	1	Comprar
0021	Eje de alimentación	10	1	Hacer
0022	Encoder alimentación	13	1	Comprar
0023	Caja de trayectoria de monedas	15	1	Hacer
0024	Electroimán	-	1	Comprar
0025	Sensor de herradura	-	4	Comprar
0026	Ventana Visor	-	1	Comprar

Tabla 8. Lista de materiales del dispensador electrónico

El producto se entrega terminado y testado al cliente listo para ser instalado. El producto completamente armado es un dispensador electrónico de cajas plegadas que contienen papel higiénico.

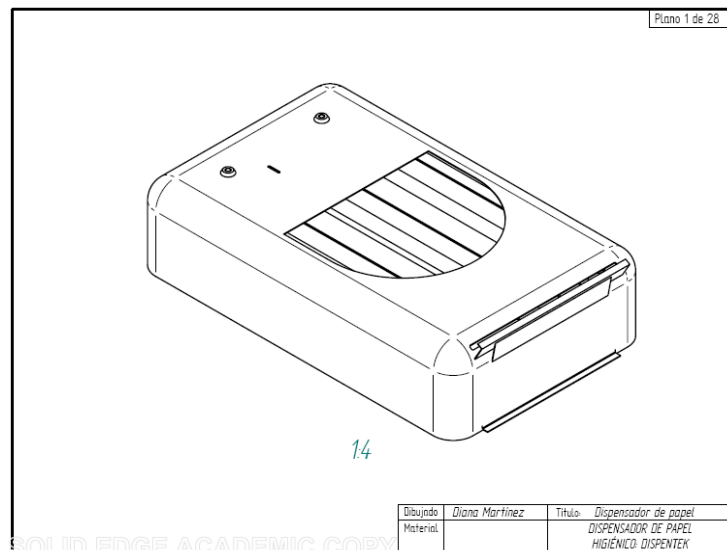


Figura 120. Plano presentación Dispensador.

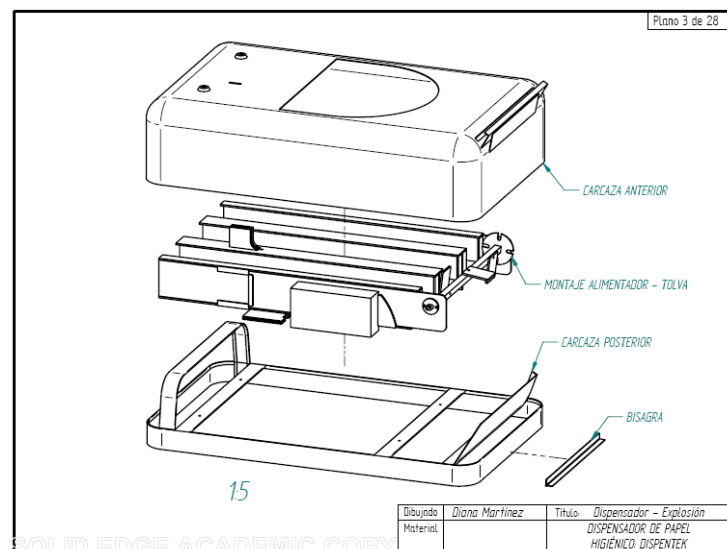


Figura 121. Plano presentación despiece.

### 6.1.1.2 Estructura de las cajas plegadizas de cartón para almacenar papel higiénico

La estructura de la caja plegadiza se describe en la siguiente lista de materiales:

LISTA DE MATERIALES				
Empresa:	DISPENTEK	Preparador por:	Diana Martínez	
Producto:	Caja plegadiza de cartón	Fecha:	07 de junio de 2009	
No. De la parte	Nombre de la parte	Plano No.	Cantidad	Hacer o comprar
1	Caja plegadiza de cartón	1	1	Comprar
01	Cartón impreso	-	1	Comprar
02	Diseño de impresión	-	1	Dado por el cliente
03	Tinta	-	1	Comprar
04	Cartón	-	1	Comprar
05	Papel higiénico	-	10 cuadros	Comprar

Tabla 9. Lista de materiales caja plegadiza

El producto terminado se entrega al usuario doblado y con el contenido de papel higiénico listo para ser utilizado. El producto completamente armado consiste en una caja de cartón plegadiza que contiene papel higiénico.

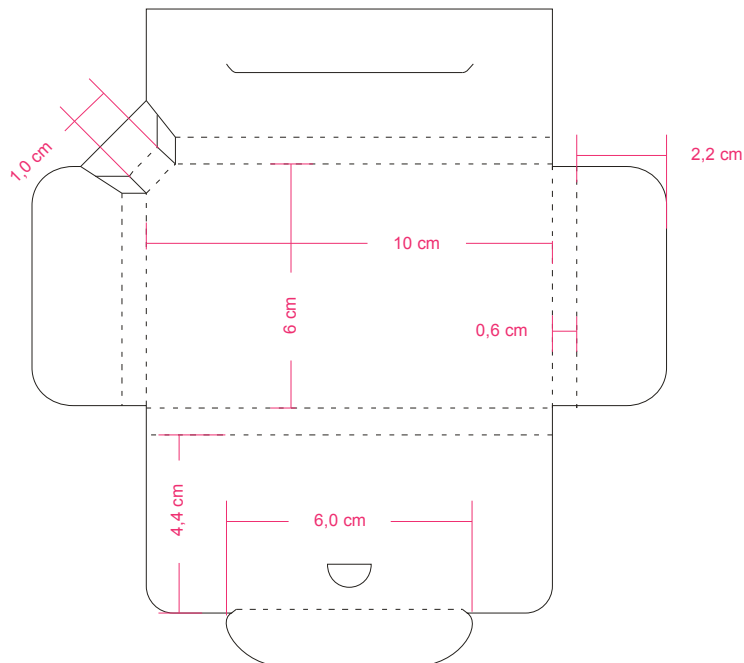


Figura 122. Caja plegadiza de cartón.

## 6.2 PROCESOS

El diseñador del proceso es el responsable de determinar como se van a fabricar los productos de la empresa. Además de ello es el encargado de definir quién va a hacer el producto y las partes que lo componen, es decir si los componentes se van a comprar o a fabricar.

El diseño del proceso incluye la determinación del equipo que se requiere y cuanto tiempo va tomar el proceso de manufactura. El proceso final depende en gran manera de los datos de entrada del diseño del producto; en este caso y por ser el primer prototipo los tiempos de fabricación registrados no son los definitivos.

El proceso de fabricación del dispensador electrónico siempre es el mismo igual que el proceso de manufactura de las cajas plegadizas de cartón, sin embargo en este ultimo varia el diseño de impresión que se hace de acuerdo al entregado por el cliente.

Debido a que la empresa aun no cuenta con su propia planta de producción de dispensadores se recomienda que cuando esta sea propiedad de DISPENTEK, el diseño de la planta este enfocado al proceso. Es decir que tenga las siguientes características:

- Operaciones departamentalizadas
- Operarios especialistas
- Cruce de flujos
- Maquinaria de tipo general
- Fácil supervisión
- Control de calidad por muestreo
- Control de producción planificado
- Espacio para inventario

### **6.2.1 Secuencia de los procesos**

#### 6.2.1.1 Proceso de producción del dispensador:

Luego de la llegada de materia prima y de ser llevada a la zona de almacenamiento el proceso de fabricación de un dispensador electrónico se desarrolla en los siguientes pasos:

1. Inspección del material: En la zona de almacenamiento se procede a verificar, la superficie, el aspecto, calibre y medidas de la lámina, luego se marcan las medidas de las carcasas anterior y posterior y de las otras piezas de acero del dispensador.
2. Corte de lámina: La lámina es fijada para ser cortada por la cizalla, se verifican las medidas y se ajusta la superficie, luego se realizan los cortes rectos y los curvos.
3. Doblado de lámina: se dobla la lámina con las medidas de la carcasa anterior y posterior, y se procede de igual forma con las demás piezas de acero.
4. Perforado de lámina para fijar chapas: se verifican las medidas marcadas previamente en la lámina y se procede a perforar con taladro para crear los orificios de las chapas y de la entrada las monedas.
5. Soldado de piezas: Una vez fijadas las láminas se fijan los soportes de acero para la tolva con puntos de soldadura, también se fijan la bisagra y la rampa de expulsión de las cajas.
6. Pulido: Se desbasta con la pulidora todos los bordes de las carcasas anterior y posterior para eliminar el metal sobrante.
7. Lijado: Se procede a lijar toda la superficie expuesta de la carcasa anterior y posterior primero con lija de agua de 80, luego con lija de tela de 60 y finalmente con lija de tela de 36 para proporcionarle al metal el acabado.
8. Brillado: una vez realizado el lijado se procede a brillar toda la superficie externa de la carcasa con la rotofera. Finalmente se obtienen la carcasa anterior y posterior con todos los acabados.

9. Almacenado: Luego de realizar todos los acabados el armazón del dispensador es almacenado para luego ser transportado.

Una vez llegada la materia prima en forma de láminas de acrílico es llevada a la zona de almacenamiento.

10. Inspección del material: En la zona de almacenamiento se procede a verificar, la superficie, el calibre, el aspecto y medidas de la lámina de acrílico.
11. Corte de acrílico con láser: una vez puesta la lámina en la maquina de corte láser se procede en el computador asociado a la maquina a abrir el archivo de los planos de las piezas de la tolva, se da la orden de corte del material y de esta manera se obtienen las siguientes partes en las cantidades especificadas: base de la tolva (1), soportes: derecho (1), central (1), guía (1) izquierdo (1); la guía central de la moneda (2); también las barras: laterales (2), izquierda (1), derecha (1); las bases inferiores (4) y el tope lateral (1). De la misma manera se procede con la lámina de acrílico de la que se obtienen las partes que conforman la caja de trayectoria de la moneda, para esta obtenemos: placa posterior (1), trayectoria de monedas (1), ángulo separador de monedas (1), separador derecho (1), placa frontal (1), base inferior de sensor (1).
12. Termo-conformado del cono: una vez creado el molde con el radio del cono y cortado el acrílico, se procede a termo-conformar este último utilizando una pistola de calor.
13. Pegado de piezas: se verifican medidas de las piezas de la tolva y luego se pegan como se muestra en el plano 7 y 14 respectivamente, se utiliza una jeringa con aguja y un compuesto de cloruro para realizar los pegues.
14. Pulido de piezas: una vez armada la tolva y la caja de trayectoria se pulen las piezas y se depositan en la zona de almacenamiento.
15. Transporte de la tolva –alimentador: se lleva a la zona de ensamble

16. Ensamble del alimentador - tolva: El eje es cortado y perforado para atornillar las paletas de acrílico, el micromotor, el encorder de alimentación y el rodamiento son ajustados a la base de la tolva y el alimentador es ensamblado.
17. Instalación de sensores: una vez ensamblada la caja de trayectoria de la moneda los sensores son testeados y pegados a la caja.
18. Se realiza la programación del microcontrolador una vez se ha creado el algoritmo de programación.
19. Obtención de la placa PCB<sup>20</sup>: una vez elaborado el esquema del LCD<sup>21</sup> gráfico se imprime el PCB y se calca con un punzón en la placa de PCB luego se marca el circuito, y a continuación se procede a quemar la placa con ácido;
20. Perforación de la placa PCB: Se hacen los agujeros para los componentes y después estos se soldan a la placa con estaño.
21. Ensamble de la tarjeta electrónica: Una vez obtenida la tarjeta electrónica con los componentes se instala en el dispensador.
22. Conexión de toma corriente: se unen los cables de la toma a los de la tarjeta electrónica y se realizan las pruebas de funcionamiento.

---

<sup>20</sup> El Policloruro de bifenilo es un compuesto que posee una elevada constante dieléctrica y es utilizado en sistemas electrónicos como: transformadores, interruptores, capacitores y termostatos. [http://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro\\_de\\_Bifenilo](http://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro_de_Bifenilo) ultima visita 7 de junio de 2009

<sup>21</sup> Liquid Crystal Display - Pantalla de Cristal Líquido. Estas pantallas poseen dos capas de material polarizante. Entre las capas se introduce una solución de cristal líquido. Luego una señal eléctrica hace que los cristales se alineen de tal manera que impidan el paso de la luz. <http://www.lxdinc.com/> ultima visita 7 de junio de 2009.

**EMPRESA DISPEN TEK**  
**DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO**

<p><b>Diagrama número:</b> 1  <b>Producto:</b> Dispensador Electrónico para papel higiénico.  <b>Área:</b> diseño y producción  <b>Diagrama elaborado por:</b> Diana Martínez  <b>Fecha de Elaboración:</b> 7 de junio de 2009-06-09  <b>Método:</b> Actual __ Propuesto _x_  <b>Sistema de graficar:</b> Códigos ASME</p>	<p><b>Comienza en:</b> Planta tratamiento del acero  <b>Termina en:</b> Zona de ensamblaje y producto terminado  <b>Resumen de actividades:</b>  <b>Total de operaciones:</b> 22  <b>Total de operación – inspecciones:</b> 3</p>	<p><b>Tiempo total de producción:</b>  56 horas  <b>Costo de producción:</b>  \$ 680.000 COL</p>
--	---	--

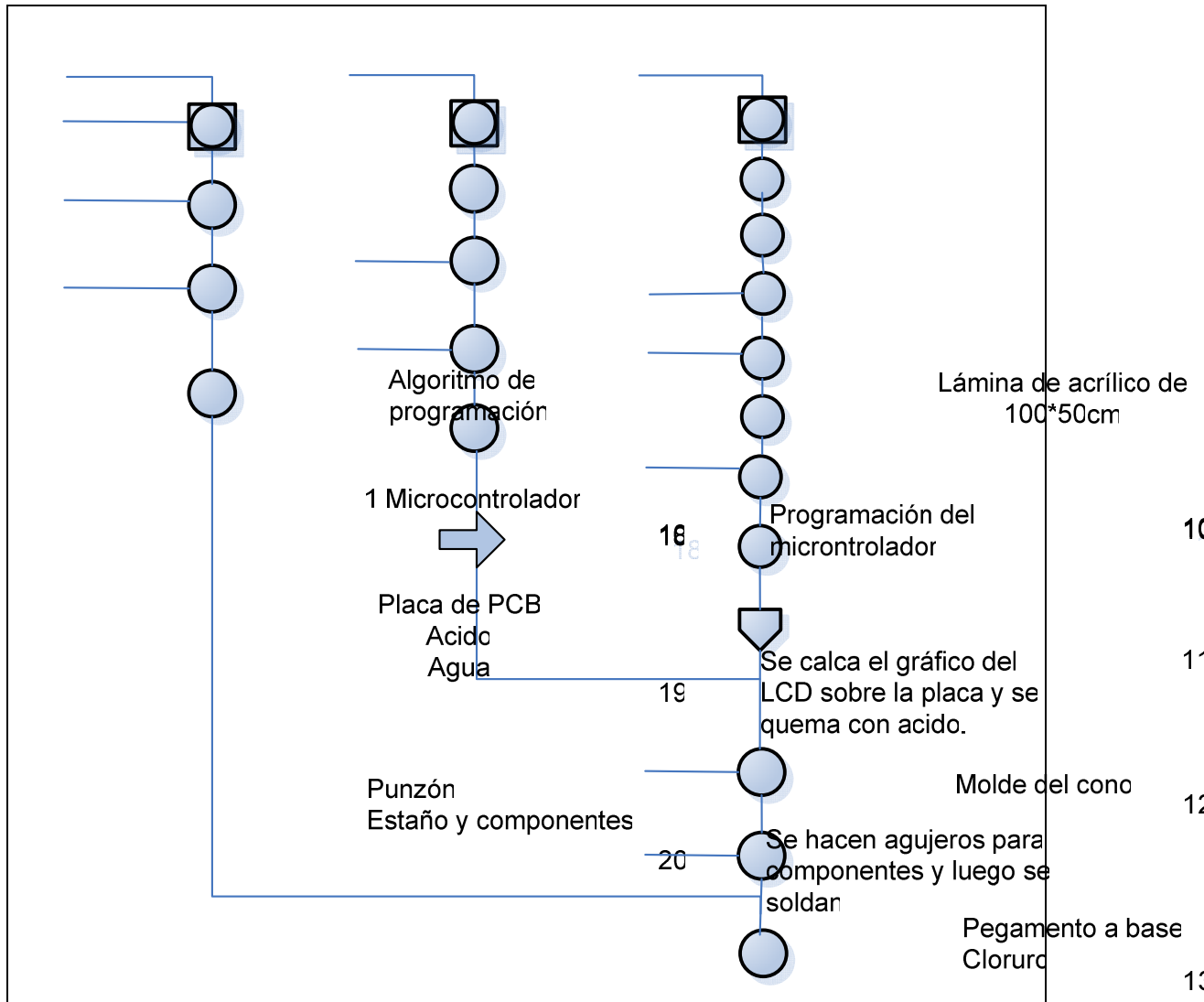


Tabla 10. Diagrama de operaciones proceso productivo

Equipo Requerido para el dispensador:

21

La tarjeta electrónica es  
Ensamblada en el  
dispensador

Cantidad	Nombre del Equipo
1	Metro
1	Marcador
1	cizalla manual
1	Equipo de seguridad
1	Prensa hidráulica
1	Taladro
1	mesa de trabajo
1	Máquina de soldadura de arco eléctrico.
1	Pulidora

1	Disco de lija de 60"
1	Lija de agua de 80
1	Hoja Lija de 60
1	Hoja de Lija de 36
1	Rotofera
1	Disco de tela de 8"
1	Computador.
1	Cortadora láser de acrílico,
1	Esmeril de disco de trapo 8"
1	Cortadora láser de acrílico
1	Juego de destornilladores y llaves
1	Guantes
1	Tapabocas

Tabla 11. Materiales requeridos para dispensador

#### 6.2.1.2 Proceso de producción de cajas plegadizas

El proceso de fabricación de una caja plegadiza se desarrolla en los siguientes pasos:

1. Llegada de Materia prima: La materia prima llega en forma de láminas y es llevada al almacén de cartón.
2. Conversión del Diseño: Una vez que se recibe el pedido el diseño es llevado al encargado de impresión y es introducido a la maquina Offset.
3. Corte de Cartón. La materia prima (láminas de cartón) son cortadas en las dimensiones requeridas según los cálculos hechos para evitar el despilfarro de cartón.
4. Preparación de maquina Offset: La preparación de la maquina implica el introducir el diseño y las tintas requeridas para el mismo.
5. Impresión: La maquina Offset imprime en el cartón el diseño introducido anteriormente. Se imprime todo el lote o pedido. El proceso es conocido como impresión litográfica
6. Acabados: una vez impreso todo el lote de cartón este es llevado al área de acabados en donde se la dan otras características solicitadas por el cliente.

7. Inspección: una vez que se tiene la caja de cartón impresa y con los acabados necesarios es sometida a inspección para verificar que la impresión y los acabados cumplen con los requerimientos. Los atributos de las cajas no son medibles, por lo que esta inspección no se realiza mediante la medición de variables, sino que es simplemente una verificación visual para verificar que la impresión y los acabados no tienen errores.
8. Suaje: una vez verificada la impresión y acabados, el lote es llevado a las maquinas sujadoras. El suaje consiste en darle el corte final a la caja, el cual permitirá que la caja se pueda armar, incluyendo dobleces y el cerrado final.
9. Desbarbe. Esta operación consiste en quitar todo el material de sobra de la lámina de cartón, quedando solamente la forma fina de la caja.
10. Inspección: Antes de que el lote de cajas sea empacado es necesario realizar una inspección más para verificar la calidad.
11. Empaque. El último paso del proceso consiste en organizar las cajas mediante un embalaje especial para instalar posteriormente en el dispensador.

Para definir gráficamente el proceso de manufactura de las cajas plegadizas de cartón se elaboro el diagrama de operaciones, que se muestra en la siguiente figura:

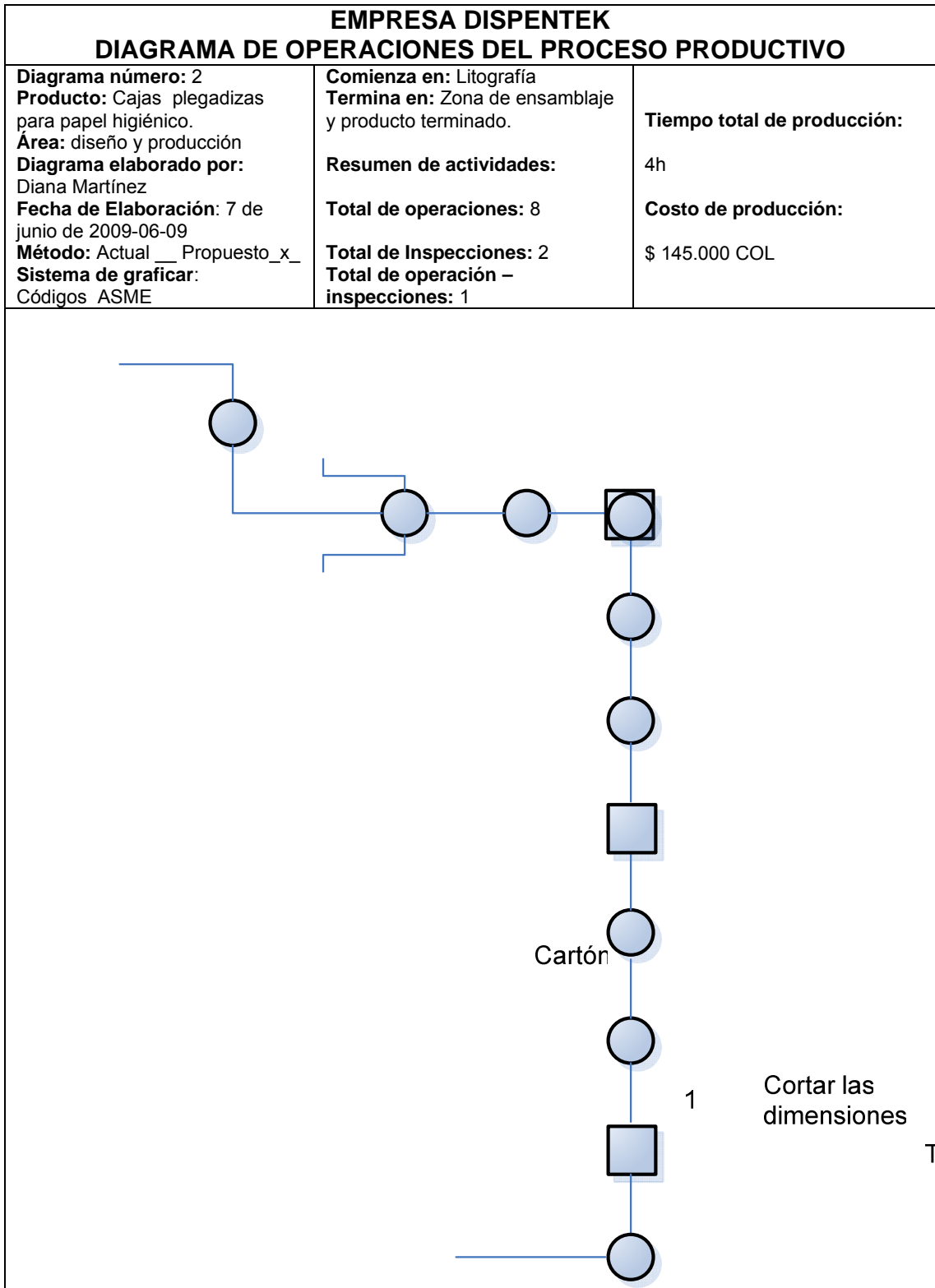


Tabla 12 Diagrama de operaciones para fabricación de cajas plegadizas de DISPEN TEK.

Equipo Requerido para una caja:

Cantidad	Nombre del Equipo
1	Maquina Offset
1	Troquel
1	Impresora
1	Maquina sujadora
1	Bisturí

Tabla 13. Equipo requeridos para construcción de cajas

### 6.2.2 Distribución del área de producción

En las graficas que se presentan a continuación se visualiza la distribución de planta de Dispentek donde actualmente se realiza la producción de las cajas de unidad de producto, el ensamble de los componentes del dispensador y los servicios de diseño y promoción publicitaria del mismo. La distribución de planta existente en la empresa donde se produce la carcasa; también se muestra aquí.

Este tipo de organización de la producción se ha implementado en la empresa desde sus inicios con resultados medianamente aceptables debido a la falta de seguimiento en la producción del dispensador, sin embargo por medio de esta documentación se espera poder brindar un acercamiento a la estandarización del proceso productivo de la empresa.

Se encuentra el orden de cada uno de los pasos que a partir del este nuevo diseño realiza la empresa Dispentek para la producción de un dispensador electrónico de insumos higiénicos para baños públicos.

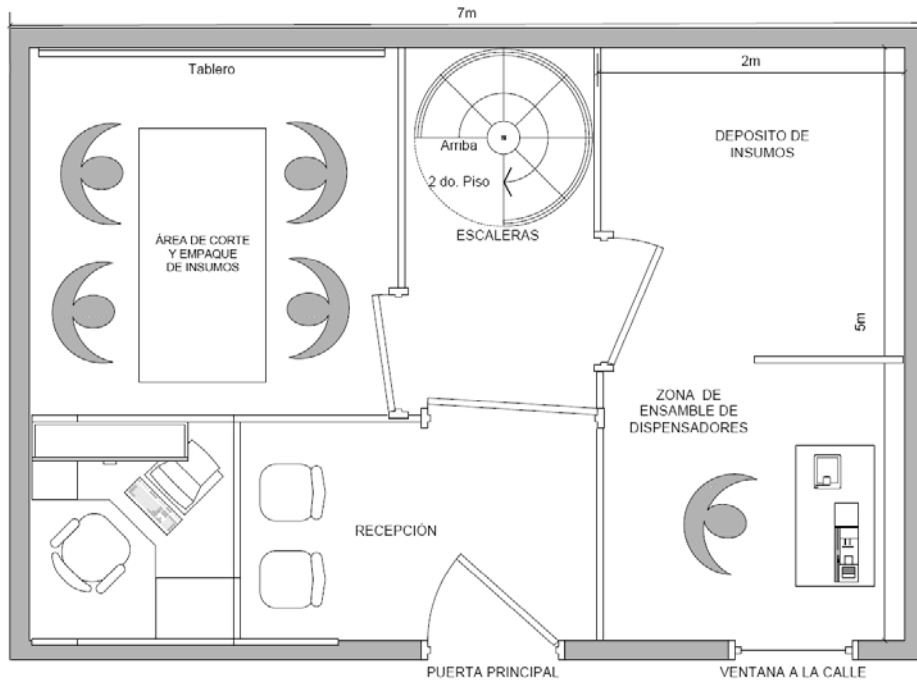


Figura 123. Planta baja oficinas de Dispentek.

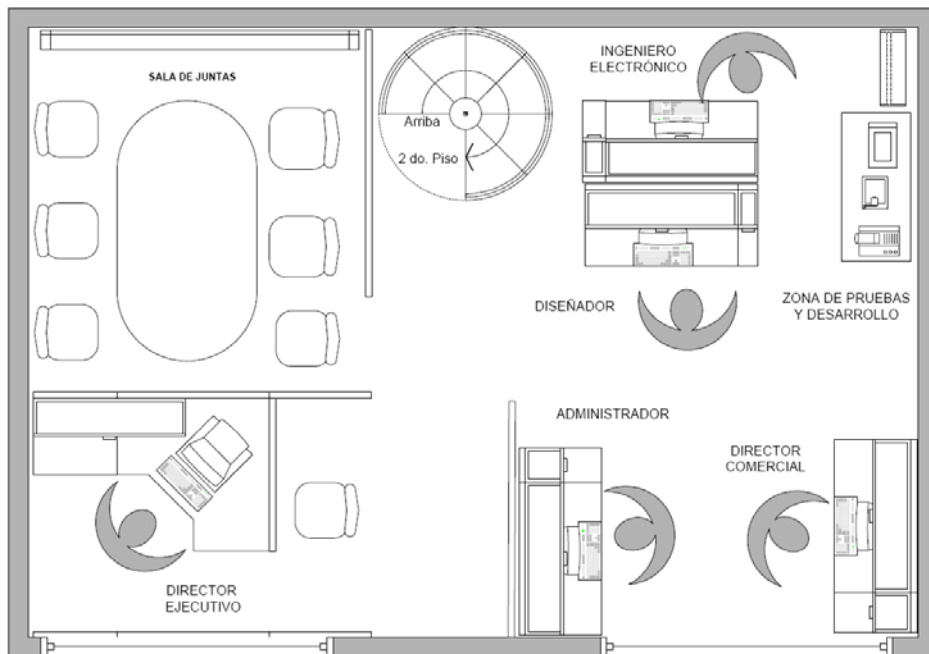


Figura 124. Segunda Planta oficinas de Dispentek.

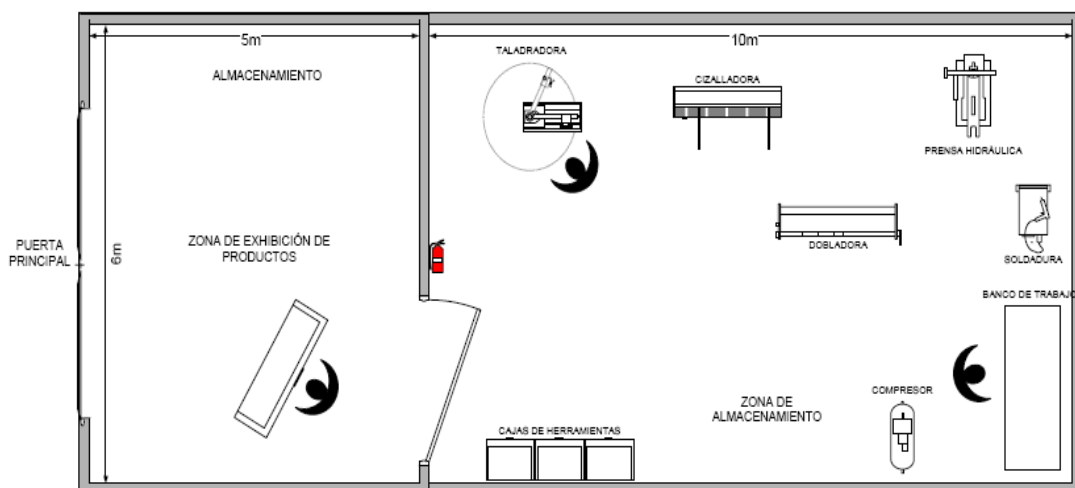


Figura 125. Distribución de Planta taller de aceros.

#### 6.2.2.1 Capacidad de producción.

El taller donde se realiza el proceso esta equipado con la maquinaria y equipo descrita en cada operación, operando un turno de ocho horas diarias dos operarios, 20 días al mes, puede producir aproximadamente: 10 carcasas del modelo. El tiempo esta estimado teniendo en cuenta el promedio de entrega por pedido. Se debe considerar también que el taller produce otros productos lo que seguramente aumenta en el tiempo de entrega.

La planta de producción de la que dispone la empresa permite ensamblar entre 10 y 15 dispensadores por mes.

La producción máxima de cajas es de: 320 cajas/día con 4 operarios (80cajas/día por operario)

## CONCLUSIONES

Introducir en la sociedad un producto desarrollado bajo un proceso de diseño industrial cambia costumbres y puede mejorar los estándares de vida existentes, por ello resulta oportuno emplear estas características en la creación de nuevas soluciones tecnológicas que permitan orientar esfuerzos hacia el desarrollo sostenible.

La práctica empresarial representa una opción de trabajo de grado valiosa, debido a que implica realizar un primer ejercicio profesional que aporta experiencia y herramientas para afrontar la competitividad laboral y para emprender nuevos retos como los que representa crear empresa.

El diseño de este nuevo modelo de dispensador electrónico de papel higiénico permite fortalecer no solo los procesos de innovación y desarrollo de la empresa sino también el de la creación de una conciencia de consumo en los usuarios de baños públicos.

Por medio del desarrollo del proyecto fue posible reconocer en la empresa la necesidad de orientar esfuerzos hacia la eficiencia en el uso de materias primas e insumos y hacia el uso racional de los recursos naturales.

Gracias a la implementación de experimentaciones y simulaciones ergonómicas fue posible conocer y llegar a interpretar las necesidades y expectativas de los usuarios, lo que permitió un desarrollo de alternativas más precisas para la solución de sus problemas.

El software para diseño en 2d y 3d resulta una herramienta valiosa en el proceso de producción de este tipo productos ya que permite llegar al resultado deseado con una mayor eficiencia en tiempos y costos.

El trabajo interdisciplinario realizado entre profesionales del Diseño Industrial e Ingeniería Electrónica resulta además de gratificante enriquecedor ya que no solo complementa las posibilidades del diseño de este tipo de productos sino que amplía el campo de acción.

## **RECOMENDACIONES**

Hacer seguimiento y documentar los diferentes procesos de diseño de la empresa, en el mediano plazo llegar a implementar un sistema de gestión de la calidad.

Emplear metodologías que permitan identificar, analizar e interpretar oportunidades para el desarrollo de nuevos productos relacionados con la higiene personal y la salud en los baños públicos.

Orientar el desarrollo de nuevos productos utilizando energías alternativas y productos ambientalmente amigables.

## BIBLIOGRAFÍA

CHAMBOULEYRON MERCEDES, PATTINI ANDREA. Diseño de productos y desarrollo sustentable estrategias de revalorización de productos manufacturados para su introducción en un nuevo ciclo de vida.

CONWAY; LLOYD MORGAN. Logos, logotipos, identidad, marca, cultura. Editorial Barcelona Index Books. 1ª edición 1999.

DATASCHEFTKS; El Re-Diseño productos. Productos sustentables Editorial McGraw-Hill. 1ª edición 2002.

ESPAÑA SANDRA. DISEÑO de productos y desarrollo sustentable estrategias de revalorización de productos manufacturados para su introducción en un nuevo ciclo de vida. Proyecto de Grado. UIS. 2205.

HIRANO HIROYUKI, Poka-Yoke; Productivity Press. Portland, Oregon 1987.

<http://www.revistasculturales.com/articulos/65/visual/317/1/donald-norman-y-el-diseno-emocional.html> El diseño emocional.

<http://www2.uca.es/grup-invest/cit/Eco-diseno.htm> Ecodiseño.

LAHV (Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda) INCIHUSA (Instituto de Ciencias Humanas y Sociales). Mendoza Argentina 2005.

LARSON E. RONALD; HOSTETLER ROBERT, Calculo y Geometría analítica. McGraw Hill. Tercera edición 1989.

MARADEI, MARÍA FERNANDA. Simulación Ergonómica. Fotocopias Clase Ergonomía. UIS 2005.

MORENO, JUAN CARLOS, Diseño Industrial V. Publicaciones UIS 2003.

NORMAN; El Diseño Emocional. Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos. Editorial Paidós. 3ª edición 2005.

[www.biothinking.com/intro-es.htm](http://www.biothinking.com/intro-es.htm) La belleza total de los productos sostenibles.

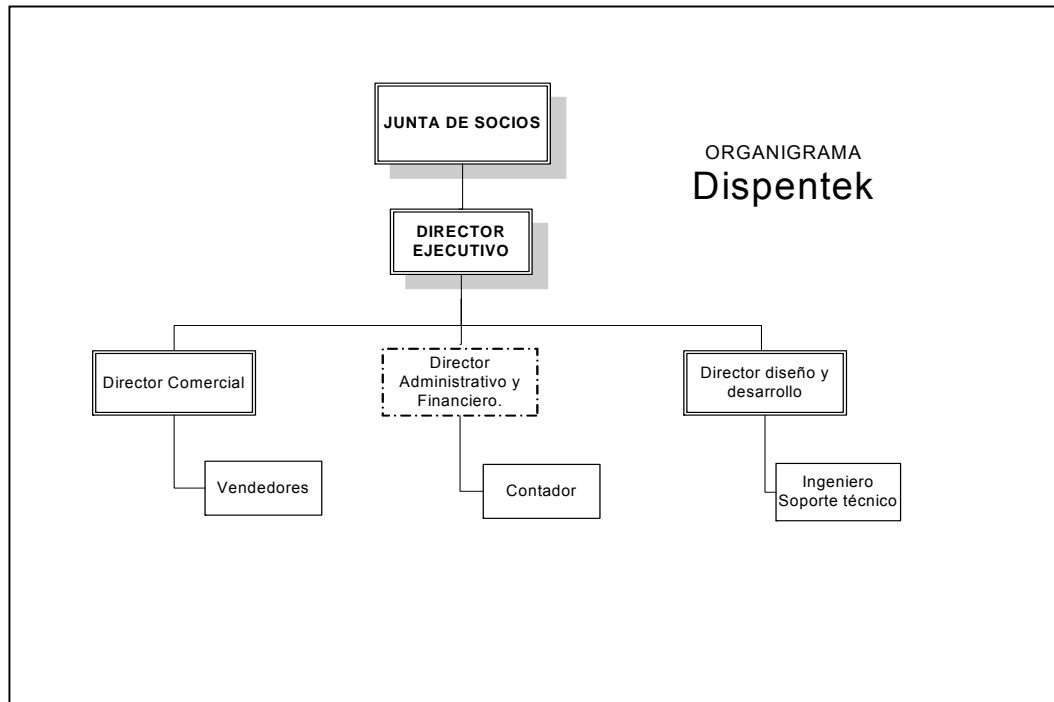
[www.designboom.com/weblog/read.php?CATEGORY\\_PK=&TOPIC\\_PK=190](http://www.designboom.com/weblog/read.php?CATEGORY_PK=&TOPIC_PK=190)  
Tokyo Designers week 2007.

[www.disostenible.org/MS\\_Productossostenibles.htm](http://www.disostenible.org/MS_Productossostenibles.htm) Desarrollo integral sostenible.

[www.rds.org.co](http://www.rds.org.co) Red de desarrollo sostenible de Colombia

## **ANEXOS**

## ANEXO A. ORGANIGRAMA DE DISPENTEK



### OBJETIVOS POR CARGO

**Director Ejecutivo:** Dirección, control y evaluación de todos los procesos llevados a cabo en la empresa.

**Director administrativo y Financiero:** Proyección, manejo y control de la función administrativa y financiera, así como el control de la ejecución de los proyectos.

**Director comercial:** Elaborar las previsiones de venta teniendo en cuenta las proyecciones de la empresa. Diseñar, desarrollar, documentar y velar por el cumplimiento de las políticas de servicio al cliente.

**Director de diseño y desarrollo:** Formular, gestionar, asesorar, ejecutar y controlar en el aspecto técnico de los productos y servicios de la empresa.

**Ingeniero Soporte:** Formular, asesorar, ejecutar y controlar el aspecto técnico de los productos y servicios de la empresa.

## ANEXO B. FORMATOS DE ANALISIS DE NECESIDADES DE REDISEÑO DEL DISEPENSADOR

### MODELOS DE ENCUESTAS

- **DISPENTEK**

Se adelanta una entrevista interna para mejorar los productos de DISPENTEK

Cargo: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ Género: M \_\_\_ F \_\_\_

1. Que dificultades se le han presentado al construir los dispensadores?

---

---

---

---

2. Que materiales han utilizado? (ventajas y desventajas)

---

---

---

---

3. Que le gustaría mejorar en los dispensadores?

---

---

---

---

- **CLIENTES**

Se adelanta una entrevista entre los clientes para mejorar en el servicio de  
DISPENTEK

Zona: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ Género: M \_\_\_ F \_\_\_

1. Que dificultades tienen con los actuales DISPENTEK

---

---

---

---

2. Que le gustaría o que le mejoraría a los dispensadores?

---

---

---

---

• **USUARIOS**

Se adelanta una entrevista entre los usuarios para mejorar en el servicio de DISPENTEK

Zona: \_\_\_\_\_ Género: M\_\_\_ F\_\_\_

1. Ha utilizado dispensadores de papel higiénico DISPENTEK?

Si \_\_\_ ( ir a la pregunta 2)                      No \_\_\_

1.1. Le gustaría utilizarlo?

Si \_\_\_                      No \_\_\_ (fin)

Por qué? \_\_\_\_\_ ( ir a la pregunta 3)

2. Se le ha presentado alguna dificultad en el uso del dispensador?

Si \_\_\_                      No \_\_\_ (ir a la pregunta 3)

Cual? \_\_\_\_\_

3. Que le gustaría o que le mejoraría a los dispensadores?

---

---

---

---

**ANEXO C. FORMATOS DE ANALISIS PARA LA SIMULACIÓN ERGONOMICA  
DE LAS CAJAS DE UNIDAD DE PRODUCTO**

<p>Cuestionario abierto: Mientras manipula las cajas puede informarnos cualquier opinión:</p> <hr/> <hr/>
<p>Como destaparía la caja? ✓ Correcto      X Mal 1____            2____            3____</p>
<p><i>Cuestionario cerrado:</i> Cual forma de las opciones prefiere 1____            2____            3____ Porque:</p> <hr/> <hr/>
<p>Cual de las tres es la mas cómoda a su parecer? 1____            2____            3____ Porque:</p> <hr/> <hr/>
<p>Cual de las tres percibe mejor la publicidad? 1____            2____            3____ Porque:</p> <hr/> <hr/>

## ANEXO D. CONCEPTO DISEÑO URBANO

### DISEÑO URBANO<sup>22</sup>

El diseño urbano está orientado a interpretar la forma y el espacio público con criterios físico-estético-funcionales, buscando satisfacer las necesidades de las comunidades o sociedades urbanas, dentro de una consideración del beneficio colectivo en un área urbana existente o futura, hasta llegar a la conclusión de una estructura urbana a seguir. Por lo tanto el diseño urbano realiza la planeación física en niveles de análisis como son la región, el centro urbano, el área urbana y hasta el mismo mobiliario urbano.

Tradicionalmente ha estado referida a una disciplina dentro del planeamiento urbano, de la arquitectura paisajística, o más contemporáneamente vinculada con disciplinas emergentes como el urbanismo paisajístico. Independientemente del crecimiento prominente de las actividades de éstas disciplinas, está mejor conceptualizada como una práctica de diseño que opera en la intersección de las tres, y por lo tanto, requiere de un buen entendimiento de otras implicancias, tal como economía urbana, economía política y teoría social.

La teoría del diseño urbano trata primariamente el diseño y la gestión del espacio público (como por ejemplo el ámbito público, el área pública, o el dominio público), y la forma en que los lugares públicos se experimentan y usan. El espacio público incluye la totalidad de los espacios usados libremente en el día a día por el público en general, como las calles, las plazas, los parques y la infraestructura pública. Algunos aspectos de los espacios de propiedad privada, como las fachadas de los edificios o los jardines domésticos, que también contribuyen al espacio público y son por lo tanto consideradas por la teoría del diseño urbano.

El diseño urbano es un campo íntimamente relacionado con el planeamiento urbano, pero se diferencia de éste, en el enfoque a las mejoras físicas del

---

<sup>22</sup> Concepto tomado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o\\_urbano](http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_urbano)

ambiente público, ya que en la práctica el planeamiento urbano se centra en la administración de la urbanización privada a través del planeamiento de esquemas y otros controles estatales de urbanización.

## **PRINCIPIOS DEL DISEÑO URBANO**


Los espacios públicos están frecuentemente sujetos a la superposición de responsabilidades de múltiples agencias o autoridades e intereses de propietarios cercanos, así como los requerimientos de múltiples y a veces competentes usuarios. Por lo tanto el diseño, la construcción y la administración del espacio público, demanda la consulta y negociación entre una variedad de esferas. Los diseñadores urbanos raramente tienen el grado de libertad o control artístico ofrecido en otras profesiones del diseño como la arquitectura. Normalmente requiere de colaboración multidisciplinaria con representación balanceada de los múltiples campos, incluyendo la ingeniería, ecología, historia local y planeamiento del transporte urbano.

El diseño urbano tiene en consideración los siguientes aspectos:

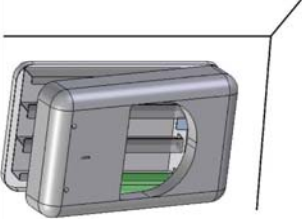
- Estructura urbana: Cómo los lugares se posicionan juntos y cómo las partes se interrelacionan unas con otras.
- Tipología, densidad y sustentabilidad urbana: tipos de espacios y morfologías relacionadas con la intensidad de uso, consumo de recursos, producción y mantenimiento de comunidades viables.
- Accesibilidad: Proveer una opción fácil y segura para moverse entre los espacios.
- Legibilidad y guiado: Ayudar a las personas a encontrar el camino y entender cómo funciona el espacio.
- Mezcla de usos complementarios: Locación de actividades que permiten interacción constructiva entre ellas.

- Caracterización y significación: Reconocer y valorar las diferencias entre un espacio y otro.
- Continuidad y cambio: localizar las personas en tiempo y espacio, incluyendo lo que respecta al patrimonio y el soporte para la cultura contemporánea.
- Sociedad civil: Hacer espacios donde las personas sean libres de encontrarse unas con otras como iguales cívicos, una componente importante en la construcción del capital social.

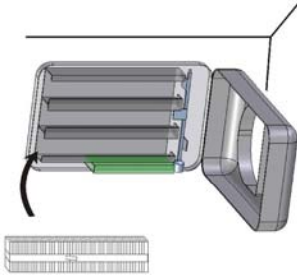
## ANEXO F. INSTRUCCIONES DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO



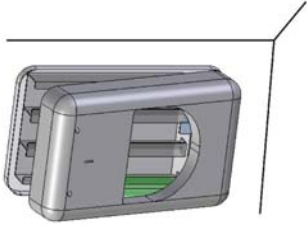
**1.** abrir las dos chapas del dispensador.



**2.** introducir el paquete preformado de cajas por la parte superior con la unión hacia adelante y soltar el listón de papel.

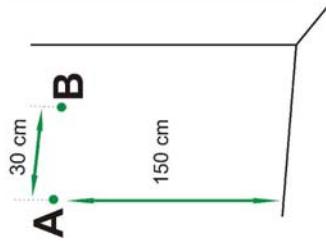


**3.** cerrar el dispensador con las dos chapas

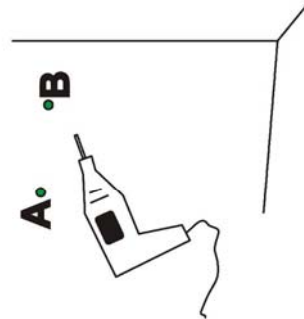


Instrucciones de Recarga

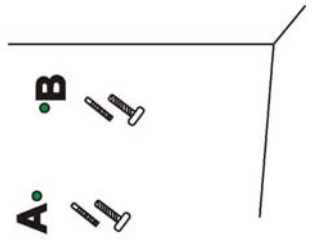
Instrucciones de Instalacion y Recarga



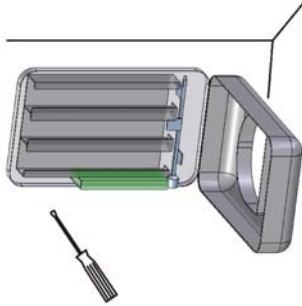
**1.** A 150 cm del suelo sobre la pared marcar para los orificios **A** y **B**, con una diferencia de 30 cm.



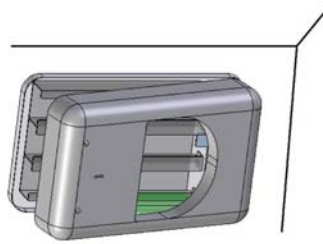
**2.** Con el taladro hacer las perforaciones de **A** y **B**



**3.** Incrustar los chavos y los tornillos en los orificios **A** y **B**.



**4.** Situar el dispensador en los tornillos y apretarlos desde la parte interna del dispensador.



**5.** Cerrar el dispensador con las dos chapas

## Instrucciones de Instalacion

## **ANEXO F. NORMATIVA PARA UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN LOS BAÑOS PUBLICOS**

### **NORMATIVA EN BAÑOS PUBLICOS**

Según la norma técnica NTS-USNA sectorial Colombiana 006, la reglamentación vigente para la distribución de elementos en los baños públicos es la siguiente:

**Accesorios:** Los accesorios en baños, deberán instalarse por debajo de 1.2 m de altura y no obstaculizar la circulación. Circulaciones: Las circulaciones deberán tener anchos mínimos de 1.2 m y pavimentos antiderrapantes que no reflejen intensamente la luz. Las circulaciones deberán tener señalizaciones en alto relieve y sistema braile así como guías táctiles en los pavimentos o cambios de textura. Es recomendable la instalación de pasamanos en las circulaciones. Las rejillas, tapajuntas y entrecalles de los pavimentos, no deberán tener separaciones o desniveles mayores a 13 mm. Es recomendable que las circulaciones cortas frente a las puertas, tengan, cuando menos, 1.5 m de largo, para maniobras.

**Inodoros:** Los espacios para inodoros deberán cumplir con las especificaciones generales indicadas en el apartado de baños públicos. Área de aproximación libre de obstáculos. Gabinete de 1.7 por 1.7 m. Barras de apoyo a 0.8 m de altura. Inodoro con altura de 0.45 a 0.50 m. Gancho a 1m de altura. Puerta plegable o con abatimiento exterior, con claro libre mínimo de 0.9 m.

**Lavamanos:** Los espacios para lavamanos, deberán cumplir con las especificaciones generales indicadas en el apartado de baños públicos. Los lavamanos deberán tener una altura de entre 76 y 80 cm. Los lavamanos deberán permitir un claro inferior libre, que permita la aproximación en silla de ruedas, sin la obstrucción de faldones. Área de aproximación a lavamanos con piso antiderrapante. Lavamanos sin faldón inferior. Manerales de brazo o palanca. Espejo con inclinación de 10 grados a partir de 0.9 m de altura.

## ANEXO G. INFORME ANALISIS DE ESFUERZO

### EVALUACIÓN MECÁNICA DE LA CARCASA CON ACRÍLICO

Project Created

Saturday, June 13, 2009 at 11:18:43 AM

Project Last Modified

Thursday, June 18, 2009 at 4:51:37 AM

Report Created

Thursday, June 18, 2009 at 4:54:07 AM

Software Used

[ANSYS 10.0](#)

Database

*C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.dsdb*

---

#### 1. SUMMARY

This report documents design and analysis information created and maintained using the ANSYS® engineering software program. Each scenario listed below represents one complete engineering simulation.

##### Scenario 1

- Based on the Solid Edge® assembly "[C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.asm](#)".
- Considered the effect of [body-to-body contact](#), [structural loads](#) and [structural supports](#).
- Calculated safety factors and margins based on [maximum equivalent stress](#) and [maximum shear stress](#) along with [structural](#) results.
- No [convergence criteria](#) defined.
- No [alert criteria](#) defined.
- See [Scenario 1](#) below for supporting details and [Appendix A1](#) for corresponding figures.

##### Scenario 2

- Based on the Solid Edge® assembly "[C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys\\_diana\prueba1.asm](#)".
- Considered the effect of [body-to-body contact](#), [structural loads](#) and [structural supports](#).
- Calculated safety factors and margins based on [maximum equivalent stress](#) and [maximum shear stress](#) along with [structural](#) results.
- No [convergence criteria](#) defined.
- No [alert criteria](#) defined.
- See [Scenario 2](#) below for supporting details and [Appendix A2](#) for corresponding figures.

### Scenario 3

- Based on the Solid Edge® assembly "[C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys\\_diana\prueba1.asm](#)".
- Considered the effect of [body-to-body contact](#), [structural loads](#) and [structural supports](#).
- Calculated safety factors and margins based on [maximum equivalent stress](#) and [maximum shear stress](#) along with [structural](#) results.
- No [convergence criteria](#) defined.
- No [alert criteria](#) defined.
- See [Scenario 3](#) below for supporting details and [Appendix A3](#) for corresponding figures.

### Scenario 4

- Based on the Solid Edge® assembly "[C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys\\_diana\prueba1.asm](#)".
- Considered the effect of [body-to-body contact](#), [structural loads](#) and [structural supports](#).
- Calculated safety factors and margins based on [maximum equivalent stress](#) and [maximum shear stress](#) along with [structural](#) results.
- No [convergence criteria](#) defined.
- No [alert criteria](#) defined.
- See [Scenario 4](#) below for supporting details and [Appendix A4](#) for corresponding figures.

### Scenario 5

- Based on the Solid Edge® assembly "[C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys\\_diana\prueba1.asm](#)".
- Considered the effect of [body-to-body contact](#), [structural loads](#) and [structural supports](#).
- Calculated safety factors and margins based on [maximum equivalent stress](#) and [maximum shear stress](#) along with [structural](#) results.
- No [convergence criteria](#) defined.
- No [alert criteria](#) defined.
- See [Scenario 5](#) below for supporting details and [Appendix A5](#) for corresponding figures.

### Scenario 6

- Based on the Solid Edge® assembly "[C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys\\_diana\prueba1.asm](#)".
- Considered the effect of [body-to-body contact](#), [structural loads](#) and [structural supports](#).
- Calculated safety factors and margins based on [maximum equivalent stress](#) and [maximum shear stress](#) along with [structural](#) results.
- No [convergence criteria](#) defined.
- No [alert criteria](#) defined.
- See [Scenario 6](#) below for supporting details and [Appendix A6](#) for corresponding figures.

### Scenario 7

- Based on the Solid Edge® assembly "[C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys\diana\prueba1.asm](#)".
- Considered the effect of [body-to-body contact](#), [structural loads](#) and [structural supports](#).
- Calculated safety factors and margins based on [maximum equivalent stress](#) and [maximum shear stress](#) along with [structural](#) results.
- No [convergence criteria](#) defined.
- No [alert criteria](#) defined.
- See [Scenario 7](#) below for supporting details and [Appendix A7](#) for corresponding figures.

## Scenario 8

- Based on the Solid Edge® assembly "[C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys\diana\prueba1.asm](#)".
- Considered the effect of [body-to-body contact](#), [structural loads](#) and [structural supports](#).
- Calculated safety factors and margins based on [maximum equivalent stress](#) and [maximum shear stress](#) along with [structural](#) results.
- No [convergence criteria](#) defined.
- No [alert criteria](#) defined.
- See [Scenario 8](#) below for supporting details and [Appendix A8](#) for corresponding figures.

---

## 2. INTRODUCTION

The ANSYS CAE (Computer-Aided Engineering) software program was used in conjunction with 3D CAD (Computer-Aided Design) solid geometry to simulate the behavior of mechanical bodies under thermal/structural loading conditions. ANSYS automated FEA (Finite Element Analysis) technologies from [ANSYS, Inc.](#) to generate the results listed in this report.

Each scenario presented below represents one complete engineering simulation. The definition of a simulation includes known factors about a design such as material properties per body, contact behavior between bodies (in an assembly), and types and magnitudes of loading conditions. The results of a simulation provide insight into how the bodies may perform and how the design might be improved. Multiple scenarios allow comparison of results given different loading conditions, materials or geometric configurations.

Convergence and alert criteria may be defined for any of the results and can serve as guides for evaluating the quality of calculated results and the acceptability of values in the context of known design requirements.

- *Solution history* provides a means of assessing the quality of results by examining how values change during successive iterations of solution refinement. *Convergence criteria* sets a specific limit on the allowable change in a result between iterations. A result meeting this criteria is said to be "converged".
- *Alert criteria* define "allowable" ranges for result values. Alert ranges typically represent known aspects of the design specification.

All values are presented in the "*Metric (mm, kg, N, °C, s, mV, mA)*" unit system.

### Notice

Do not accept or reject a design based solely on the data presented in this report. Evaluate designs by considering this information in conjunction with experimental test data and the

practical experience of design engineers and analysts. A quality approach to engineering design usually mandates physical testing as the final means of validating structural integrity to a measured precision.

### 3. SCENARIO 1

#### 3.1. "Carcasa malla inicial"

"Carcasa malla inicial" obtains geometry from the Solid Edge® assembly "C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.asm".

- The bounding box for all positioned bodies in the model measures 655.9 by 394.0 by 160.9 mm along the global x, y and z axes, respectively.
- The model has a total mass of 3.2 kg.
- The model has a total volume of 597,533.6 mm<sup>3</sup>.

Name	Material	Nonlinear Material Effects	Bounding Box(mm)	Mass (kg)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Nodes	Elements
"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	<a href="#">"Stainless Steel"</a>	Yes	655.9, 394.0, 160.9	3.0	382,467.9	65018	31624
"acrilico.par: 1"	<a href="#">"metacrilato"</a>	Yes	262.0, 314.0, 3.0	0.3	215,065.7	11321	5321

#### 1. 3.1.1. Contact

- "Contact" uses a tolerance of 0.0 for automatic detection.

Name	Type	Associated Bodies	Scope	Normal Stiffness	Scope Mode	Behavior	Update Stiffness	Formulation	Thermal Conductance	Pinball Region
"Contact Region"	Bonded	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1" and "acrilico.par: 1"	Face, Face	Program Controlled	Automatic	Symmetric	Never	Pure Penalty	Program Controlled	Program Controlled

#### 2. 3.1.2. Mesh

- "Mesh"(Figure [A1.1](#)) , associated with "Carcasa malla inicial" has an overall relevance of 0.
- "Mesh" contains 76339 nodes and 36945 elements.

Name	Type	Level	Associated Bodies
"Refinement 2"	Face Refinement	1	"acrilico.par: 1"

### 3.2. "escenario"

**Simulation Type is set to Static**

**Analysis Type is set to Static Structural**

"escenario"(Figure [A1.2](#)) contains all loading conditions defined for "Carcasa malla inicial" in this scenario.

### 3. 3.2.1. Structural Loading

Name	Type	Magnitude	Vector	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"carga"	Surface Force	-300.0 N	[0.0 N x, 0.0 N y, 300.0 N z]	N/A	N/A	N/A	N/A	"acrilico.par: 1"

### 4. 3.2.2. Structural Supports

Name	Type	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"soporte fijo"	Fixed Surface	300.0 N	$[-2.8 \times 10^{-6} \text{ N x}, 3.3 \times 10^{-5} \text{ N y}, -300.0 \text{ N z}]$	10,661.6 N·mm	[1,690.7 N·mm x, 10,526.7 N·mm y, 0.3 N·mm z]	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"

### 3.3. "Solution"

**Solver Type is set to Program Controlled**

**Weak Springs is set to Program Controlled**

**Large Deflection is set to Off**

"Solution" contains the calculated response for "Carcasa malla inicial" given loading conditions defined in "escenario".

- Thermal expansion calculations use a constant reference temperature of 22.0 °C for all bodies in "Carcasa malla inicial". Theoretically, at a uniform temperature of 22.0 °C no strain results from thermal expansion or contraction.

## 5. 3.3.1. Structural Results

Name	Figure	Scope	Minimum	Maximum	Minimum Occurs On	Maximum Occurs On	Alert Criteria
"Equivalent Stress"	<a href="#">A1.3</a>	All Bodies In "Carcasa malla inicial"	$2.9 \times 10^2$ MPa	388.0 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Maximum Shear Stress"	<a href="#">A1.4</a>	All Bodies In "Carcasa malla inicial"	$1.6 \times 10^2$ MPa	223.9 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Total Deformation"	<a href="#">A1.5</a>	All Bodies In "Carcasa malla inicial"	0.0 mm	5.0 mm	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	acrilico.par: 1	None

- Convergence tracking not enabled.

## 6. 3.3.2. Equivalent Stress Safety

Name	Stress Limit
"Stress Tool"	Yield strength per material.

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool"	<a href="#">A1.6</a>	All Bodies In "Carcasa malla inicial"	Safety Factor	0.5	None
"Stress Tool"	None	All Bodies In "Carcasa malla inicial"	Safety Margin	-0.5	None
"Stress Tool"	<a href="#">A1.7</a>	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	6.6	None

- Convergence tracking not enabled.

## 7. 3.3.3. Shear Stress Safety

Name	Shear Limit	Shear Factor
------	-------------	--------------

"Stress Tool 2"	Yield strength per material.	0.5
-----------------	------------------------------	-----

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool 2"	<a href="#">A1.8</a>	All Bodies In "Carcasa malla inicial"	Safety Factor	0.5	None
"Stress Tool 2"	None	All Bodies In "Carcasa malla inicial"	Safety Margin	-0.5	None

- Convergence tracking not enabled.

## 4. SCENARIO 2

### 4.1. "Carcasa malla fina"

"Carcasa malla fina" obtains geometry from the Solid Edge® assembly "C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.asm".

- The bounding box for all positioned bodies in the model measures 655.9 by 394.0 by 160.9 mm along the global x, y and z axes, respectively.
- The model has a total mass of 3.2 kg.
- The model has a total volume of 597,533.6 mm<sup>3</sup>.

Name	Material	Nonlinear Material Effects	Bounding Box(mm)	Mass (kg)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Nodes	Elements
"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	<a href="#">"Stainless Steel"</a>	Yes	655.9, 394.0, 160.9	3.0	382,467.9	75517	37140
"acrilico.par: 1"	<a href="#">"metacrilato"</a>	Yes	262.0, 314.0, 3.0	0.3	215,065.7	24152	3377

### 8. 4.1.1. Contact

- "Contact" uses a tolerance of 0.0 for automatic detection.

Name	Type	Associated Bodies	Scope	Normal Stiffness	Scope Mode	Behavior	Update Stiffness	Formulation	Thermal Conductance	Pinball Region
"Contact Region"	Bonded	"Carcasa anterior nuevo calibre.par:"	Face, Face	Program Controlled	Automatic	Symmetric	Never	Pure Penalty	Program Controlled	Program Controlled

		1" and "acrilico.par: 1"								
--	--	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

## 9. 4.1.2. Mesh

- "Mesh"(Figure [A2.1](#)) , associated with "Carcasa malla fina" has a curvature/proximity value of 40.
- "Mesh", is using the default element size.
- "Mesh" uses aggressive shape checking.
- "Mesh" uses a program controlled method for selecting high or low order elements for solids.
- "Mesh" uses active assembly for initial size seed.
- "Mesh" contains 99669 nodes and 40517 elements.

Name	Type	Element Size	Hard	Edge Behavior	Associated Bodies
"Sizing"	Face Sizing	5.0 mm	N/A	No Curv/Proximity Refinement	"acrilico.par: 1"

## 4.2. "escenario"

Simulation Type is set to Static

Analysis Type is set to Static Structural

"escenario"(Figure [A2.2](#)) contains all loading conditions defined for "Carcasa malla fina" in this scenario.

## 10. 4.2.1. Structural Loading

Name	Type	Magnitude	Vector	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"carga"	Surface Force	-400.0 N	[0.0 N x, 0.0 N y, 400.0 N z]	N/A	N/A	N/A	N/A	"acrilico.par: 1"

## 11. 4.2.2. Structural Supports

Name	Type	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"soporte fijo"	Fixed Surface	400.0 N	[ $4.9 \times 10^{-6}$ N x, $5.1 \times 10^{-6}$ N y, 400.0 N z]	14,639.3 N·mm	[-977.0 N·mm x, 14,606.6 N·mm y, $4.0 \times 10^{-3}$ N·mm z]	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"

### 4.3. "Solution"

**Solver Type is set to Program Controlled**

**Weak Springs is set to Program Controlled**

**Large Deflection is set to Off**

"Solution" contains the calculated response for "Carcasa malla fina" given loading conditions defined in "escenario".

- Thermal expansion calculations use a constant reference temperature of 22.0 °C for all bodies in "Carcasa malla fina". Theoretically, at a uniform temperature of 22.0 °C no strain results from thermal expansion or contraction.

## 12. 4.3.1. Structural Results

Name	Figure	Scope	Minimum	Maximum	Minimum Occurs On	Maximum Occurs On	Alert Criteria
"Equivalent Stress"	<a href="#">A2.3</a>	All Bodies In "Carcasa malla fina"	$8.6 \times 10^{-3}$ MPa	166.6 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Maximum Shear Stress"	<a href="#">A2.4</a>	All Bodies In "Carcasa malla fina"	$4.9 \times 10^{-3}$ MPa	93.3 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Total Deformation"	<a href="#">A2.5</a>	All Bodies In "Carcasa malla fina"	0.0 mm	10.4 mm	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	acrilico.par: 1	None
"Equivalent Stress 2"	<a href="#">A2.6</a>	Face(s) on "acrilico.par: 1"	0.2 MPa	10.2 MPa	acrilico.par: 1	acrilico.par: 1	None

- Convergence tracking not enabled.

## 13. 4.3.2. Equivalent Stress Safety

Table 4.3.2.1. Definition

Name	Stress Limit
"Stress Tool"	Yield strength per material.

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool"	<a href="#">A2.7</a>	All Bodies In "Carcasa malla fina"	Safety Factor	1.2	None
"Stress Tool"	None	All Bodies In "Carcasa malla fina"	Safety Margin	0.2	None

- Convergence tracking not enabled.

#### 14. 4.3.3. Shear Stress Safety

Name	Shear Limit	Shear Factor
"Stress Tool 2"	Yield strength per material.	0.5

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool 2"	<a href="#">A2.8</a>	All Bodies In "Carcasa malla fina"	Safety Factor	1.1	None
"Stress Tool 2"	None	All Bodies In "Carcasa malla fina"	Safety Margin	0.1	None

- Convergence tracking not enabled.

## 5. SCENARIO 3

### 5.1. "Carcasa malla gruesa"

"Carcasa malla gruesa" obtains geometry from the Solid Edge<sup>®</sup> assembly "C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.asm".

- The bounding box for all positioned bodies in the model measures 655.9 by 394.0 by 160.9 mm along the global x, y and z axes, respectively.
- The model has a total mass of 3.2 kg.
- The model has a total volume of 597,533.6 mm<sup>3</sup>.

Name	Material	Nonlinear Material Effects	Bounding Box(mm)	Mass (kg)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Nodes	Elements
"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	<a href="#">"Stainless Steel"</a>	Yes	655.9, 394.0, 160.9	3.0	382,467.9	75517	37140

"acrilico.par: 1"	<a href="#">"metacrilato"</a>	Yes	262.0, 314.0, 3.0	0.3	215,065.7	1401	184
-------------------	-------------------------------	-----	----------------------	-----	-----------	------	-----

### 15. 5.1.1. Contact

- "Contact" uses a tolerance of 0.0 for automatic detection.

Name	Type	Associated Bodies	Scope	Normal Stiffness	Scope Mode	Behavior	Update Stiffness	Formulation	Thermal Conductance	Pinball Region
"Contact Region"	Bonded	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1" and "acrilico.par: 1"	Face, Face	Program Controlled	Automatic	Symmetric	Never	Pure Penalty	Program Controlled	Program Controlled

### 16. 5.1.2. Mesh

- "Mesh"(Figure [A3.1](#)) , associated with "Carcasa malla gruesa" has a curvature/proximity value of 40.
- "Mesh", is using the default element size.
- "Mesh" uses aggressive shape checking.
- "Mesh" uses a program controlled method for selecting high or low order elements for solids.
- "Mesh" uses active assembly for initial size seed.
- "Mesh" contains 76918 nodes and 37324 elements.

## 5.2. "escenrio"

**Simulation Type is set to Static**

**Analysis Type is set to Static Structural**

"escenrio"(Figure [A3.2](#)) contains all loading conditions defined for "Carcasa malla gruesa" in this scenario.

### 17. 5.2.1. Structural Loading

Name	Type	Magnitude	Vector	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"carga"	Surface Force	-400.0 N	[0.0 N x, 0.0 N y,400.0 N z ]	N/A	N/A	N/A	N/A	"acrilico.par: 1"

## 18. 5.2.2. Structural Supports

Name	Type	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"soporte fijo"	Fixed Surface	400.0 N	$[-5.4 \times 10^7 \text{ N x}, 2.1 \times 10^5 \text{ N y}, -400.0 \text{ N z}]$	14,639.3 N·mm	$[-977.0 \text{ N·mm x}, 14,606.6 \text{ N·mm y}, 1.2 \times 10^{-4} \text{ N·mm z}]$	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"

### 5.3. "Solution"

Solver Type is set to **Program Controlled**

Weak Springs is set to **Program Controlled**

Large Deflection is set to **Off**

"Solution" contains the calculated response for "Carcasa malla gruesa" given loading conditions defined in "escenrio".

- Thermal expansion calculations use a constant reference temperature of 22.0 °C for all bodies in "Carcasa malla gruesa". Theoretically, at a uniform temperature of 22.0 °C no strain results from thermal expansion or contraction.

## 19. 5.3.1. Structural Results

Name	Figure	Scope	Minimum	Maximum	Minimum Occurs On	Maximum Occurs On	Alert Criteria
"Equivalent Stress"	<a href="#">A3.3</a>	All Bodies In "Carcasa malla gruesa"	$8.5 \times 10^3 \text{ MPa}$	165.9 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Maximum Shear Stress"	<a href="#">A3.4</a>	All Bodies In "Carcasa malla gruesa"	$4.9 \times 10^3 \text{ MPa}$	93.7 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Total Deformation"	<a href="#">A3.5</a>	All Bodies In "Carcasa malla gruesa"	0.0 mm	10.0 mm	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	acrilico.par: 1	None

- Convergence tracking not enabled.

## 20. 5.3.2. Equivalent Stress Safety

Table 5.3.2.1. Definition	
Name	Stress Limit
"Stress Tool"	Yield strength per material.

Table 5.3.2.2. Results					
Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool"	<a href="#">A3.6</a>	All Bodies In "Carcasa malla gruesa"	Safety Factor	1.2	None
"Stress Tool"	None	All Bodies In "Carcasa malla gruesa"	Safety Margin	0.2	None

- Convergence tracking not enabled.

## 21. 5.3.3. Shear Stress Safety

Table 5.3.3.1. Definition		
Name	Shear Limit	Shear Factor
"Stress Tool 2"	Yield strength per material.	0.5

Table 5.3.3.2. Results					
Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool 2"	<a href="#">A3.7</a>	All Bodies In "Carcasa malla gruesa"	Safety Factor	1.1	None
"Stress Tool 2"	None	All Bodies In "Carcasa malla gruesa"	Safety Margin	0.1	None

- Convergence tracking not enabled.

---

## 6. SCENARIO 4

### 6.1. "Carcasa malla final"

"Carcasa malla final" obtains geometry from the Solid Edge® assembly "C: \Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.asm".

- The bounding box for all positioned bodies in the model measures 655.9 by 394.0 by 160.9 mm along the global x, y and z axes, respectively.
- The model has a total mass of 3.2 kg.
- The model has a total volume of 597,533.6 mm<sup>3</sup>.

Name	Material	Nonlinear Material Effects	Bounding Box(mm)	Mass (kg)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Nodes	Elements
"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	<a href="#">"Stainless Steel"</a>	Yes	655.9, 394.0, 160.9	3.0	382,467.9	75517	37140
"acrilico.par: 1"	<a href="#">"metacrilato"</a>	Yes	262.0, 314.0, 3.0	0.3	215,065.7	24152	3377

## 22. 6.1.1. Contact

- "Contact" uses a tolerance of 0.0 for automatic detection.

Name	Type	Associated Bodies	Scope	Normal Stiffness	Scope Mode	Behavior	Update Stiffness	Formulation	Thermal Conductance	Pinball Region
"Contact Region"	Bonded	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1" and "acrilico.par: 1"	Face, Face	Program Controlled	Automatic	Symmetric	Never	Pure Penalty	Program Controlled	Program Controlled

## 23. 6.1.2. Mesh

- "Mesh"(Figure [A4.1](#) to [A4.2](#)) , associated with "Carcasa malla final" has a curvature/proximity value of 40.
- "Mesh", is using the default element size.
- "Mesh" uses aggressive shape checking.
- "Mesh" uses a program controlled method for selecting high or low order elements for solids.
- "Mesh" uses active assembly for initial size seed.
- "Mesh" contains 99669 nodes and 40517 elements.

Name	Type	Element Size	Hard	Edge Behavior	Associated Bodies
"Sizing"	Face Sizing	5.0 mm	N/A	No Curv/Proximity Refinement	"acrilico.par: 1"

## 6.2. "escenario1"

**Simulation Type is set to Static**

**Analysis Type is set to Static Structural**

"escenario1" (Figure A4.3) contains all loading conditions defined for "Carcasa malla final" in this scenario.

### 24. 6.2.1. Structural Loading

Name	Type	Magnitude	Vector	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"carga"	Surface Force	-450.0 N	[0.0 N x, 0.0 N y, 450.0 N z]	N/A	N/A	N/A	N/A	"acrilico.par: 1"

### 25. 6.2.2. Structural Supports

Name	Type	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"soporte fijo"	Fixed Surface	450.0 N	[ $1.5 \times 10^{-5}$ N x, $1.5 \times 10^{-5}$ N y, -450.0 N z]	16,469.2 N·mm	[-1,099.1 N·mm x, 16,432.5 N·mm y, $1.3 \times 10^{-2}$ N·mm z]	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"

## 6.3. "Solution"

**Solver Type is set to Program Controlled**

**Weak Springs is set to Program Controlled**

**Large Deflection is set to Off**

"Solution" contains the calculated response for "Carcasa malla final" given loading conditions defined in "escenario1".

- Thermal expansion calculations use a constant reference temperature of 22.0 °C for all bodies in "Carcasa malla final". Theoretically, at a uniform temperature of 22.0 °C no strain results from thermal expansion or contraction.

## 26. 6.3.1. Structural Results

Table 6.3.1.1. Values							
Name	Figure	Scope	Minimum	Maximum	Minimum Occurs On	Maximum Occurs On	Alert Criteria
"Equivalent Stress"	<a href="#">A4.4</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	$9.6 \times 10^{-3}$ MPa	187.4 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Maximum Shear Stress"	<a href="#">A4.5</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	$5.6 \times 10^{-3}$ MPa	104.9 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Total Deformation"	<a href="#">A4.6</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	0.0 mm	11.7 mm	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	acrilico.par: 1	None
"Equivalent Stress 2"	<a href="#">A4.7</a>	Face(s) on "acrilico.par: 1"	0.2 MPa	11.5 MPa	acrilico.par: 1	acrilico.par: 1	None

- Convergence tracking not enabled.

## 27. 6.3.2. Equivalent Stress Safety

Table 6.3.2.1. Definition	
Name	Stress Limit
"Stress Tool"	Yield strength per material.

Table 6.3.2.2. Results					
Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool"	<a href="#">A4.8</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	1.1	None
"Stress Tool"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	0.1	None

- Convergence tracking not enabled.

## 28. 6.3.3. Shear Stress Safety

Name	Shear Limit	Shear Factor
"Stress Tool 2"	Yield strength per material.	0.5

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool 2"	<a href="#">A4.9</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	1.0	None
"Stress Tool 2"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	-0.0	None
"Stress Tool 2"	None	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	5.7	None

- Convergence tracking not enabled.

## 7. SCENARIO 5

### 7.1. "Carcasa malla final"

"Carcasa malla final" obtains geometry from the Solid Edge® assembly "C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.asm".

- The bounding box for all positioned bodies in the model measures 655.9 by 394.0 by 160.9 mm along the global x, y and z axes, respectively.
- The model has a total mass of 3.2 kg.
- The model has a total volume of 597,533.6 mm<sup>3</sup>.

Name	Material	Nonlinear Material Effects	Bounding Box (mm)	Mass (kg)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Nodes	Elements
"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	<a href="#">"Stainless Steel"</a>	Yes	655.9, 394.0, 160.9	3.0	382,467.9	75517	37140
"acrilico.par: 1"	<a href="#">"metacrilato"</a>	Yes	262.0, 314.0, 3.0	0.3	215,065.7	24152	3377

## 29. 7.1.1. Contact

- "Contact" uses a tolerance of 0.0 for automatic detection.

Name	Type	Associated Bodies	Scope	Normal Stiffness	Scope Mode	Behavior	Update Stiffness	Formulation	Thermal Conductance	Pinball Region
"Contact Region"	Bonded	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1" and "acrilico.par: 1"	Face, Face	Program Controlled	Automatic	Symmetric	Never	Pure Penalty	Program Controlled	Program Controlled

## 30. 7.1.2. Mesh

- "Mesh"(Figure [A4.1](#) to [A4.2](#)) , associated with "Carcasa malla final" has a curvature/proximity value of 40.
- "Mesh", is using the default element size.
- "Mesh" uses aggressive shape checking.
- "Mesh" uses a program controlled method for selecting high or low order elements for solids.
- "Mesh" uses active assembly for initial size seed.
- "Mesh" contains 99669 nodes and 40517 elements.

Name	Type	Element Size	Hard	Edge Behavior	Associated Bodies
"Sizing"	Face Sizing	5.0 mm	N/A	No Curv/Proximity Refinement	"acrilico.par: 1"

## 7.2. "escenario2"

**Simulation Type is set to Static**

**Analysis Type is set to Static Structural**

"escenario2"(Figure [A5.1](#)) contains all loading conditions defined for "Carcasa malla final" in this scenario.

## 31. 7.2.1. Structural Loading

Name	Type	Magnitude	Vector	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
------	------	-----------	--------	----------------	-----------------------	-----------------	------------------------	-------------------

"carga"	Surface Force	-500.0 N	[0.0 N x, 0.0 N y, 500.0 N z]	N/A	N/A	N/A	N/A	"acrilico.par: 1"
---------	---------------	----------	-------------------------------	-----	-----	-----	-----	-------------------

### 32. 7.2.2. Structural Supports

Table 7.2.2.1. Structural Supports

Name	Type	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"soporte fijo"	Fixed Surface	500.0 N	$[-3.1 \times 10^6 \text{ N x}, 1.0 \times 10^{-4} \text{ N y}, -500.0 \text{ N z}]$	18,299.1 N·mm	$[-1,221.2 \text{ N·mm x}, 18,258.3 \text{ N·mm y}, 6.4 \times 10^{-4} \text{ N·mm z}]$	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"

### 7.3. "Solution"

Solver Type is set to **Program Controlled**

Weak Springs is set to **Program Controlled**

Large Deflection is set to **Off**

"Solution" contains the calculated response for "Carcasa malla final" given loading conditions defined in "escenario2".

- Thermal expansion calculations use a constant reference temperature of 22.0 °C for all bodies in "Carcasa malla final". Theoretically, at a uniform temperature of 22.0 °C no strain results from thermal expansion or contraction.

### 33. 7.3.1. Structural Results

Table 7.3.1.1. Values

Name	Figure	Scope	Minimum	Maximum	Minimum Occurs On	Maximum Occurs On	Alert Criteria
"Equivalent Stress"	<a href="#">A5.2</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	$1.1 \times 10^2 \text{ MPa}$	208.2 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Maximum Shear Stress"	<a href="#">A5.3</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	$6.2 \times 10^3 \text{ MPa}$	116.6 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Total Deformation"	<a href="#">A5.4</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	0.0 mm	13.0 mm	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	acrilico.par: 1	None
"Equivalent Stress"	<a href="#">A5.5</a>	"Carcasa"	$1.1 \times 10^2 \text{ MPa}$	208.2 MPa	Carcasa	Carcasa	None

Stress 4"		anterior nuevo calibre.par: 1"	<sup>2</sup> MPa		anterior nuevo calibre.par: 1	anterior nuevo calibre.par: 1	
"Equivalent Stress 5"	<a href="#">A5.6</a>	"acrilico.par: 1"	0.3 MPa	14.3 MPa	acrilico.par: 1	acrilico.par: 1	None

- Convergence tracking not enabled.

### 34. 7.3.2. Equivalent Stress Safety

Name	Stress Limit
"Stress Tool"	Yield strength per material.

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool"	<a href="#">A5.7</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	1.0	None
"Stress Tool"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	$-5.9 \times 10^{-3}$	None
"Stress Tool"	None	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	Safety Margin	$-5.9 \times 10^{-3}$	None
"Stress Tool"	None	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	5.3	None

- Convergence tracking not enabled.

### 35. 7.3.3. Shear Stress Safety

Name	Shear Limit	Shear Factor
"Stress Tool 2"	Yield strength per material.	0.5

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool 2"	<a href="#">A5.8</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	0.9	None
"Stress Tool 2"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	-0.1	None
"Stress Tool 2"	<a href="#">A5.9</a>	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	5.1	None
"Stress Tool 2"	<a href="#">A5.10</a>	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	Safety Factor	0.9	None

- Convergence tracking not enabled.

## 8. SCENARIO 6

### 8.1. "Carcasa malla final"

"Carcasa malla final" obtains geometry from the Solid Edge® assembly "C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.asm".

- The bounding box for all positioned bodies in the model measures 655.9 by 394.0 by 160.9 mm along the global x, y and z axes, respectively.
- The model has a total mass of 3.2 kg.
- The model has a total volume of 597,533.6 mm<sup>3</sup>.

Name	Material	Nonlinear Material Effects	Bounding Box(mm)	Mass (kg)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Nodes	Elements
"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	" <a href="#">Stainless Steel</a> "	Yes	655.9, 394.0, 160.9	3.0	382,467.9	75517	37140
"acrilico.par: 1"	" <a href="#">metacrilato</a> "	Yes	262.0, 314.0, 3.0	0.3	215,065.7	24152	3377

### 36. 8.1.1. Contact

- "Contact" uses a tolerance of 0.0 for automatic detection.

Name	Type	Associated Bodies	Scope	Normal Stiffness	Scope Mode	Behavior	Update Stiffness	Formulation	Thermal Conductance	Pinball Region
"Contact Region"	Bonded	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1" and "acrilico.par: 1"	Face, Face	Program Controlled	Automatic	Symmetric	Never	Pure Penalty	Program Controlled	Program Controlled

### 37. 8.1.2. Mesh

- "Mesh"(Figure [A5.1](#) to [A5.2](#)) , associated with "Carcasa malla final" has a curvature/proximity value of 40.
- "Mesh", is using the default element size.
- "Mesh" uses aggressive shape checking.
- "Mesh" uses a program controlled method for selecting high or low order elements for solids.
- "Mesh" uses active assembly for initial size seed.
- "Mesh" contains 99669 nodes and 40517 elements.

Name	Type	Element Size	Hard	Edge Behavior	Associated Bodies
"Sizing"	Face Sizing	5.0 mm	N/A	No Curv/Proximity Refinement	"acrilico.par: 1"

## 8.2. "escenario3"

**Simulation Type is set to Static**

**Analysis Type is set to Static Structural**

"escenario3" contains all loading conditions defined for "Carcasa malla final" in this scenario.

### 38. 8.2.1. Structural Loading

Name	Type	Magnitude	Vector	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"carga"	Surface Force	-550.0 N	[0.0 N x, 0.0 N y, 550.0 N z]	N/A	N/A	N/A	N/A	"acrilico.par: 1"

### 39. 8.2.2. Structural Supports

Name	Type	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"soporte fijo"	Fixed Surface	550.0 N	[ $5.1 \times 10^{-6}$ N x, $4.5 \times 10^{-5}$ N y, 550.0 N z]	20,129.0 N·mm	[-1,343.3 N·mm x, 20,084.1 N·mm y, $9.1 \times 10^{-3}$ N·mm z]	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"

## 8.3. "Solution"

**Solver Type is set to Program Controlled**

**Weak Springs is set to Program Controlled**

**Large Deflection is set to Off**

"Solution" contains the calculated response for "Carcasa malla final" given loading conditions defined in "escenario3".

- Thermal expansion calculations use a constant reference temperature of 22.0 °C for all bodies in "Carcasa malla final". Theoretically, at a uniform temperature of 22.0 °C no strain results from thermal expansion or contraction.

#### 40. 8.3.1. Structural Results

Name	Figure	Scope	Minimum	Maximum	Minimum Occurs On	Maximum Occurs On	Alert Criteria
"Equivalent Stress"	<a href="#">A6.1</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	$1.2 \times 10^2$ MPa	229.0 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Maximum Shear Stress"	<a href="#">A6.2</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	$6.8 \times 10^3$ MPa	128.2 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Total Deformation"	<a href="#">A6.3</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	0.0 mm	14.3 mm	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	acrilico.par: 1	None
"Equivalent Stress 2"	<a href="#">A6.4</a>	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	$1.2 \times 10^2$ MPa	229.0 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Equivalent Stress 3"	None	"acrilico.par: 1"	0.3 MPa	15.7 MPa	acrilico.par: 1	acrilico.par: 1	None

- Convergence tracking not enabled.

#### 41. 8.3.2. Equivalent Stress Safety

Name	Stress Limit
"Stress Tool"	Yield strength per material.

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool"	<a href="#">A6.5</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	0.9	None
"Stress Tool"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	$-9.6 \times 10^{-2}$	None
"Stress Tool"	None	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	Safety Margin	$-9.6 \times 10^{-2}$	None

"Stress Tool"	None	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	4.8	None
---------------	------	-------------------	---------------	-----	------

- Convergence tracking not enabled.

#### 42. 8.3.3. Shear Stress Safety

Name	Shear Limit	Shear Factor
"Stress Tool 2"	Yield strength per material.	0.5

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool 2"	<a href="#">A6.6</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	0.8	None
"Stress Tool 2"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	-0.2	None
"Stress Tool 2"	<a href="#">A6.7</a>	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	4.7	None
"Stress Tool 2"	None	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	Safety Factor	0.8	None

- Convergence tracking not enabled.

## 9. SCENARIO 7

### 9.1. "Carcasa malla final"

"Carcasa malla final" obtains geometry from the Solid Edge® assembly "C: \Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.asm".

- The bounding box for all positioned bodies in the model measures 655.9 by 394.0 by 160.9 mm along the global x, y and z axes, respectively.
- The model has a total mass of 3.2 kg.
- The model has a total volume of 597,533.6 mm<sup>3</sup>.

Name	Material	Nonlinear Material Effects	Bounding Box (mm)	Mass (kg)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Nodes	Elements
"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	<a href="#">"Stainless Steel"</a>	Yes	655.9, 394.0, 160.9	3.0	382,467.9	75517	37140
"acrilico.par: 1"	<a href="#">"metacrilato"</a>	Yes	262.0, 314.0, 3.0	0.3	215,065.7	24152	3377

### 43. 9.1.1. Contact

- "Contact" uses a tolerance of 0.0 for automatic detection.

Name	Type	Associated Bodies	Scope	Normal Stiffness	Scope Mode	Behavior	Update Stiffness	Formulation	Thermal Conductance	Pinball Region
"Contact Region"	Bonded	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1" and "acrilico.par: 1"	Face , Face	Program Controlled	Automatic	Symmetric	Never	Pure Penalty	Program Controlled	Program Controlled

### 44. 9.1.2. Mesh

- "Mesh"(Figure [A6.1](#) to [A6.2](#)) , associated with "Carcasa malla final" has a curvature/proximity value of 40.
- "Mesh", is using the default element size.
- "Mesh" uses aggressive shape checking.
- "Mesh" uses a program controlled method for selecting high or low order elements for solids.
- "Mesh" uses active assembly for initial size seed.
- "Mesh" contains 99669 nodes and 40517 elements.

Name	Type	Element Size	Hard	Edge Behavior	Associated Bodies
"Sizing"	Face Sizing	5.0 mm	N/A	No Curv/Proximity Refinement	"acrilico.par: 1"

## 9.2. "escenario4"

**Simulation Type is set to Static**

**Analysis Type is set to Static Structural**

"escenario4" contains all loading conditions defined for "Carcasa malla final" in this scenario.

#### 45. 9.2.1. Structural Loading

Name	Type	Magnitude	Vector	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"carga"	Surface Force	-600.0 N	[0.0 N x, 0.0 N y, 600.0 N z]	N/A	N/A	N/A	N/A	"acrilico.par: 1"

#### 46. 9.2.2. Structural Supports

Name	Type	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"soporte fijo"	Fixed Surface	600.0 N	[ $6.5 \times 10^{-6}$ N x, $9.8 \times 10^{-5}$ N y, 600.0 N z]	21,958.9 N·mm	[-1,465.5 N·mm x, 21,910.0 N·mm y, $1.5 \times 10^{-2}$ N·mm z]	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"

#### 9.3. "Solution"

**Solver Type is set to Program Controlled**

**Weak Springs is set to Program Controlled**

**Large Deflection is set to Off**

"Solution" contains the calculated response for "Carcasa malla final" given loading conditions defined in "escenario4".

- Thermal expansion calculations use a constant reference temperature of 22.0 °C for all bodies in "Carcasa malla final". Theoretically, at a uniform temperature of 22.0 °C no strain results from thermal expansion or contraction.

## 47. 9.3.1. Structural Results

Name	Figure	Scope	Minimum	Maximum	Minimum Occurs On	Maximum Occurs On	Alert Criteria
"Equivalent Stress"	<a href="#">A7.1</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	$1.3 \times 10^2$ MPa	249.9 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Maximum Shear Stress"	<a href="#">A7.2</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	$7.4 \times 10^3$ MPa	139.9 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Total Deformation"	<a href="#">A7.3</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	0.0 mm	15.6 mm	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	acrilico.par: 1	None
"Equivalent Stress 2"	<a href="#">A7.4</a>	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	$1.3 \times 10^2$ MPa	249.9 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Equivalent Stress 3"	None	"acrilico.par: 1"	0.3 MPa	17.1 MPa	acrilico.par: 1	acrilico.par: 1	None

- Convergence tracking not enabled.

## 48. 9.3.2. Equivalent Stress Safety

Name	Stress Limit
"Stress Tool"	Yield strength per material.

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool"	<a href="#">A7.5</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	0.8	None
"Stress Tool"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	-0.2	None
"Stress Tool"	<a href="#">A7.6</a>	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	4.4	None

"Stress Tool"	<a href="#">A7.7</a>	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	Safety Factor	0.8	None
---------------	----------------------	---	---------------	-----	------

- Convergence tracking not enabled.

#### 49. 9.3.3. Shear Stress Safety

Name	Shear Limit	Shear Factor
"Stress Tool 2"	Yield strength per material.	0.5

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool 2"	<a href="#">A7.8</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	0.7	None
"Stress Tool 2"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	-0.3	None
"Stress Tool 2"	<a href="#">A7.9</a>	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	4.3	None
"Stress Tool 2"	<a href="#">A7.10</a>	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	Safety Factor	0.7	None

- Convergence tracking not enabled.

## 10. SCENARIO 8

### 10.1. "Carcasa malla final"

"Carcasa malla final" obtains geometry from the Solid Edge® assembly "C:\Documents and Settings\Carlos\Escritorio\ansys diana\prueba1.asm".

- The bounding box for all positioned bodies in the model measures 655.9 by 394.0 by 160.9 mm along the global x, y and z axes, respectively.
- The model has a total mass of 3.2 kg.
- The model has a total volume of 597,533.6 mm<sup>3</sup>.

Name	Material	Nonlinear Material Effects	Bounding Box (mm)	Mass (kg)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Nodes	Elements
"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	<a href="#">"Stainless Steel"</a>	Yes	655.9, 394.0, 160.9	3.0	382,467.9	75517	37140
"acrilico.par: 1"	<a href="#">"metacrilato"</a>	Yes	262.0, 314.0, 3.0	0.3	215,065.7	24152	3377

## 50. 10.1.1. Contact

- "Contact" uses a tolerance of 0.0 for automatic detection.

Name	Type	Associated Bodies	Scope	Normal Stiffness	Scope Mode	Behavior	Update Stiffness	Formulation	Thermal Conductance	Pinball Region
"Contact Region"	Bonded	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1" and "acrilico.par: 1"	Face , Face	Program Controlled	Automatic	Symmetric	Never	Pure Penalty	Program Controlled	Program Controlled

## 51. 10.1.2. Mesh

- "Mesh"(Figure [A7.1](#) to [A7.2](#)) , associated with "Carcasa malla final" has a curvature/proximity value of 40.
- "Mesh", is using the default element size.
- "Mesh" uses aggressive shape checking.
- "Mesh" uses a program controlled method for selecting high or low order elements for solids.
- "Mesh" uses active assembly for initial size seed.
- "Mesh" contains 99669 nodes and 40517 elements.

Name	Type	Element Size	Hard	Edge Behavior	Associated Bodies
"Sizing"	Face Sizing	5.0 mm	N/A	No Curv/Proximity Refinement	"acrilico.par: 1"

## 10.2. "escenario5"

**Simulation Type is set to Static**

**Analysis Type is set to Static Structural**

"escenario5" contains all loading conditions defined for "Carcasa malla final" in this scenario.

## 52. 10.2.1. Structural Loading

Table 10.2.1.1. Structural Loads

Name	Type	Magnitude	Vector	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"carga"	Surface Force	-750.0 N	[0.0 N x, 0.0 N y, 750.0 N z]	N/A	N/A	N/A	N/A	"acrilico.par: 1"

## 53. 10.2.2. Structural Supports

Table 10.2.2.1. Structural Supports

Name	Type	Reaction Force	Reaction Force Vector	Reaction Moment	Reaction Moment Vector	Associated Bodies
"soporte fijo"	Fixed Surface	750.0 N	[ $6.9 \times 10^{-6}$ N x, $1.3 \times 10^{-4}$ N y, 750.0 N z]	27,448.6 N·mm	[-1,831.8 N·mm x, 27,387.4 N·mm y, $2.0 \times 10^{-3}$ N·mm z]	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"

## 10.3. "Solution"

**Solver Type is set to Program Controlled**

**Weak Springs is set to Program Controlled**

**Large Deflection is set to Off**

"Solution" contains the calculated response for "Carcasa malla final" given loading conditions defined in "escenario5".

- Thermal expansion calculations use a constant reference temperature of 22.0 °C for all bodies in "Carcasa malla final". Theoretically, at a uniform temperature of 22.0 °C no strain results from thermal expansion or contraction.

## 54. 10.3.1. Structural Results

Table 10.3.1.1. Values

Name	Figure	Scope	Minimum	Maximum	Minimum Occurs On	Maximum Occurs On	Alert Criteria
"Equivalent Stress"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	$1.6 \times 10^2$ MPa	312.3 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Maximum Shear Stress"	<a href="#">A8.1</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	$9.3 \times 10^3$ MPa	174.8 MPa	Carcasa anterior nuevo	Carcasa anterior nuevo	None

					calibre.par: 1	calibre.par: 1	
"Total Deformation"	<a href="#">A8.2</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	0.0 mm	19.5 mm	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	acrilico.par: 1	None
"Equivalent Stress 2"	<a href="#">A8.3</a>	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	$1.6 \times 10^2$ MPa	312.3 MPa	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1	None
"Equivalent Stress 3"	<a href="#">A8.4</a>	"acrilico.par: 1"	0.4 MPa	21.4 MPa	acrilico.par: 1	acrilico.par: 1	None

- Convergence tracking not enabled.

## 55. 10.3.2. Equivalent Stress Safety

Name	Stress Limit
"Stress Tool"	Yield strength per material.

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool"	<a href="#">A8.5</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	0.7	None
"Stress Tool"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	-0.3	None
"Stress Tool"	<a href="#">A8.6</a>	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	3.5	None
"Stress Tool"	None	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	Safety Factor	0.7	None

- Convergence tracking not enabled.

## 56. 10.3.3. Shear Stress Safety

Name	Shear Limit	Shear Factor
"Stress Tool 2"	Yield strength per material.	0.5

Name	Figure	Scope	Type	Minimum	Alert Criteria
"Stress Tool 2"	<a href="#">A8.7</a>	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Factor	0.6	None

"Stress Tool 2"	None	All Bodies In "Carcasa malla final"	Safety Margin	-0.4	None
"Stress Tool 2"	<a href="#">A8.8</a>	"acrilico.par: 1"	Safety Factor	3.4	None
"Stress Tool 2"	None	"Carcasa anterior nuevo calibre.par: 1"	Safety Factor	0.6	None

- Convergence tracking not enabled.

## APPENDICES

### A9. DEFINITION OF "STAINLESS STEEL"

**Table A9.1. "Stainless Steel" Constant Properties**

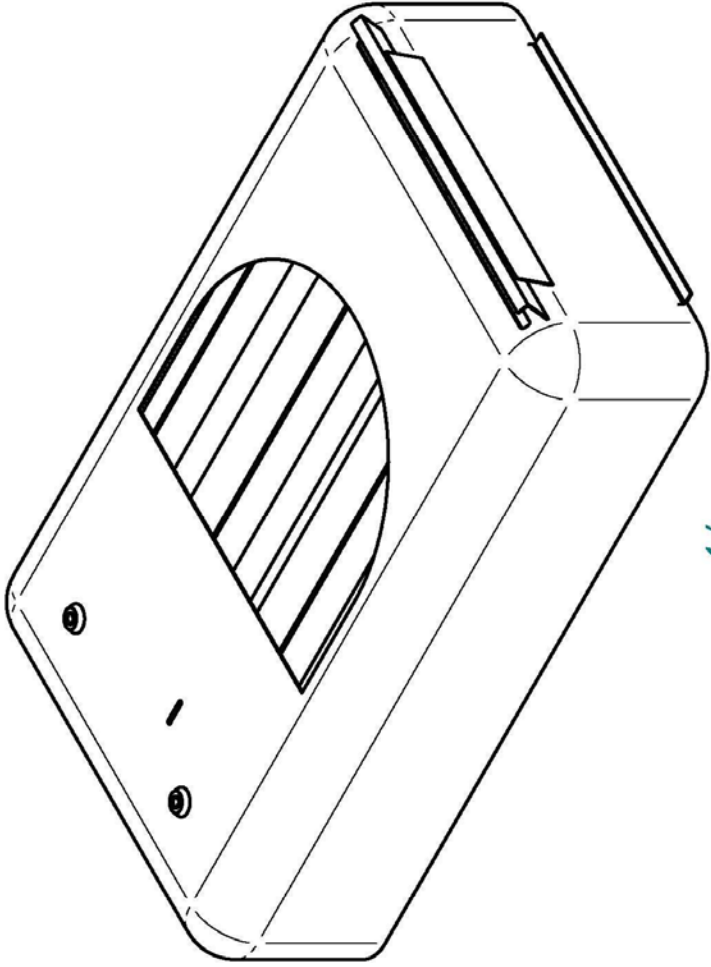
Name	Value
Compressive Ultimate Strength	0.0 MPa
Compressive Yield Strength	207.0 MPa
Density	$7.8 \times 10^{-6}$ kg/mm <sup>3</sup>
Poisson's Ratio	0.3
Tensile Yield Strength	207.0 MPa
Tensile Ultimate Strength	586.0 MPa
Young's Modulus	193,000.0 MPa
Thermal Expansion	$1.7 \times 10^{-5}$ 1/°C
Specific Heat	480.0 J/kg·°C
Thermal Conductivity	0.0 W/mm·°C
Relative Permeability	10,000.0
Resistivity	$7.7 \times 10^{-4}$ Ohm·mm

### A10. Definition of "metacrilato"

**Table A10.1. "metacrilato" Constant Properties**

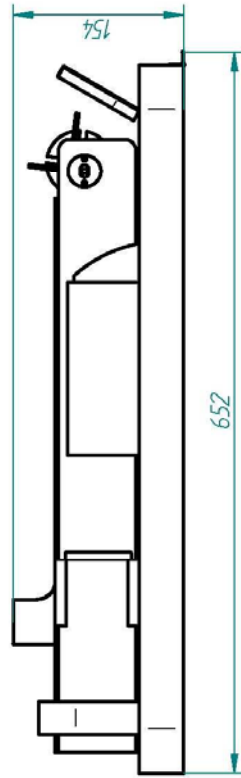
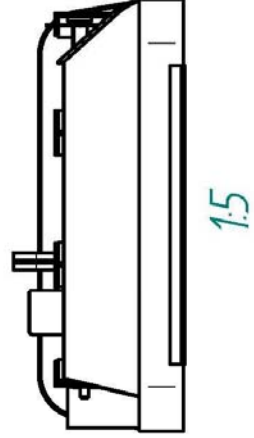
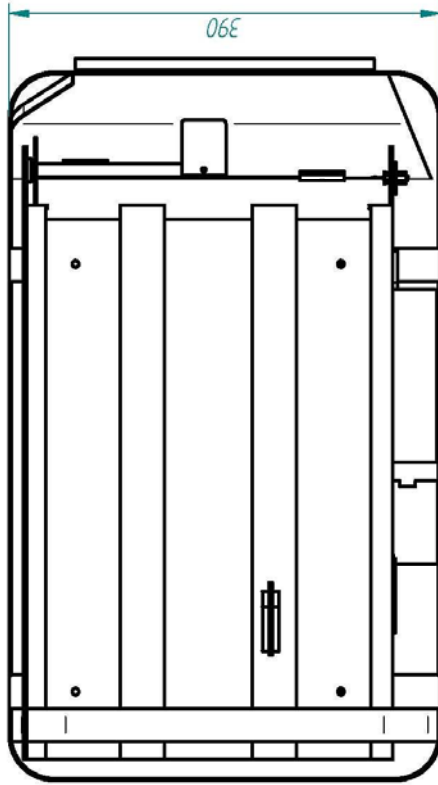
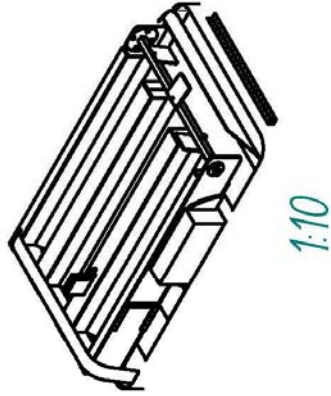
Name	Value
Density	$1.2 \times 10^{-6}$ kg/mm <sup>3</sup>
Poisson's Ratio	0.5
Young's Modulus	3,300.0 MPa
Thermal Expansion	0.1 1/°C
Specific Heat	0.0 J/kg·°C
Thermal Conductivity	0.0 W/mm·°C
Relative Permeability	0.0
Resistivity	0.0 Ohm·mm
Tensile Yield Strength	75.0 MPa

## ANEXO H. PLANOS TECNICOS

Plano 1 de 28			
			
Dibujado	Diana Martínez	Título	Dispensador de papel
Material			DISPENSADOR DE PAPEL HIGIÉNICO. DISPENK

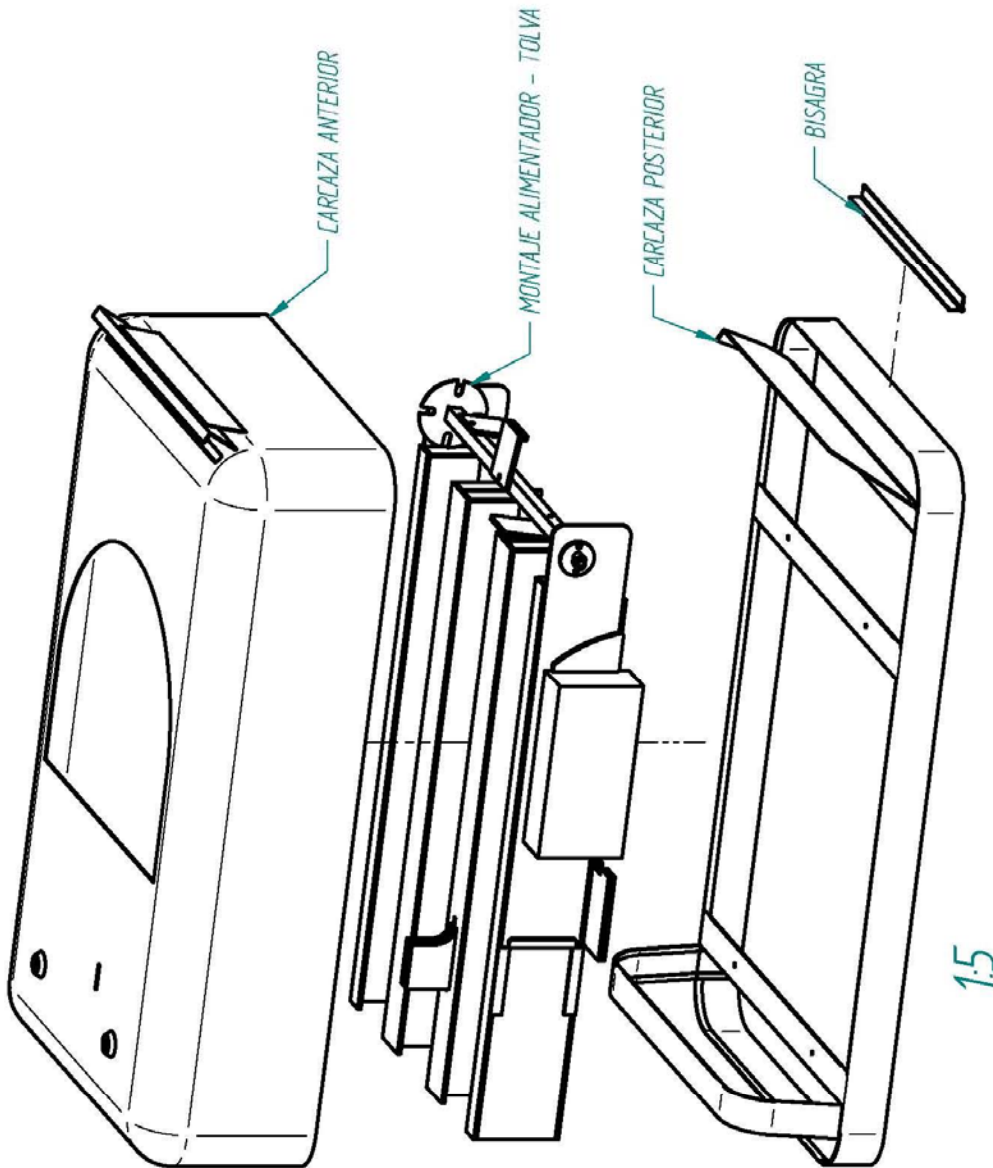
1:4

SOLIDEDGE ACADEMICO.COM



Dibujado	Diana Martínez	Título:	Dispensador - Vistas
Material			DISPENSADOR DE PAPEL HIGIENICO: DISPEN TEK

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Dibujado	Diana Martínez	Título	Dispensador - Explosión
Material			DISPENSADOR DE PAPEL HIGIÉNICO: DISPEN TEK

1:5

SOLID EDGE ACADEMIC CORP.