

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	<small>Documento</small> <b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<small>Código</small> <b>F-AC-DBL-007</b>	<small>Fecha</small> <b>10-04-2012</b>	<small>Revista</small> <b>A</b>
<small>Departamento</small> <b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<small>Aprobado</small> <b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<small>Pág.</small> <b>1(1)</b>	

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	<b>GU STAVO RUIZ GUTIERREZ LUIS GERARDO LEON CARVAJALINO</b>		
<b>FACULTAD</b>	<b>INGENIERIAS</b>		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>INGENIERIA MECANICA</b>		
<b>DIRECTOR</b>	<b>EDER NORBERTO FLOREZ SOLANO</b>		
<b>TITULO DE LA TESIS</b>	<b>CONSTRUCCION DE UN DISPOSITIVO DE INCUBACION Y NACEDERO SIMULTANEO PARA HUEVOS DE CODORNIZ EN "CODORNICES EL ZAFIRO" EN LA CIUDAD DE OCAÑA</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
<p><b>ESTE PROYECTO PLANTEA LA CONSTRUCCION DE UN SISTEMA SIMULTANEO DE INCUBACION Y NACEDERO PARA HUEVOS DE CODORNICES EN LA CIUDAD DE OCAÑA PARA LA GRANJA CODORNICES EL ZAFIRO COMO SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA DE INVERSIÓN DE DINERO PARA LA OBTENCIÓN DE AVES NUEVAS DESDE OTRAS CIUDADES; SE RECOLECTO INFORMACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS DE INCUBACIÓN, SE PROPONE UN DISEÑO EN SOLIDWORKS Y UNA SIMULACIÓN DE FLUJO DE AIRE Y TEMPERATURA EN ANSYS Y POR ÚLTIMO LA CONSTRUCCIÓN.</b></p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<b>PÁGINAS:165</b>	<b>PLANOS: 0</b>	<b>ILUSTRACIONES:135</b>	<b>CD-ROM:1</b>



**CONSTRUCCION DE UN DISPOSITIVO DE INCUBACION Y  
NACEDERO SIMULTANEO PARA HUEVOS DE CODORNIZ EN  
“CODORNICES EL ZAFIRO” EN LA CIUDAD DE OCAÑA**

**AUTORES:**

**GUSTAVO RUIZ GUTIERREZ  
LUIS GERARDO LEÓN CARVAJALINO**

**Trabajo de Grado Para Optar Por El Título De  
Ingeniero Mecánico**

**Director:  
EDER FLÓREZ SOLANO  
MSc. Ingeniería Mecánica**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA MECÁNICA  
Ocaña, Colombia Noviembre de 2018**

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis en primer lugar a Dios por darme la sabiduría y el entendimiento necesario para hacer las cosas bien y poder concluir este proyecto.*

*A mi abuela que me vio nacer, me vio crecer y que con su voz de aliento logró guiarme y forjar en mí el espíritu de un hombre emprendedor y responsable.*

*A mis hermanos Darly Dayana, Jesús Yamid y Ever Alexis por ser lo que me motiva a ser su ejemplo a seguir.*

*A mi tía Alcira, mis primos Eduardo, Esneider y Marcela por haberme acompañado durante toda mi vida, por haberme apoyado en mis proyectos y por abrirme las puertas de su núcleo familiar una vez mi abuela partió al cielo.*

*A mi papá Ever León porque aunque pocas veces estuvo a mi lado, estoy seguro de que él se siente orgulloso de mi y es feliz por saber que su hijo mayor esta por un muy buen camino.*

*A mi novia Caterine Hernández Quintero por haberse convertido en un apoyo incondicional en mi carrera y en mi vida.*

*A mi amigo en el cielo Jaider Andrés Medina Yepes por haber sido mi maestro de vida, por enseñarme a reír y a llorar, por ser apoyo incondicional y por dejarme claro que los sueños se cumplen*

*A todos mis tíos y primos y demás familiares que estuvieron pendiente de mí en el desarrollo de este proceso.*

*A mis amigos de estudio, de trabajo, de fiesta y de vida, de los que aprendí mucho y me acompañaron en cada paso que di.*

*A mi compañero Gustavo Ruiz Gutiérrez, por ser ese amigo que conozco desde la escuela y que me ayudo en muchas etapas de mi carrera profesional, por ser una persona íntegra y con ganas de hacer todo bien.*

*Luis Gerardo León Carvajalino*

*Dedico esta tesis en primer lugar a Dios y a la Virgen porque fueron ellos quienes me guiaron llenándome de sabiduría y entendimiento para poder culminar este proyecto.*

*A mis padres, Virjilia Gutiérrez y Gustavo Ruiz Castro por todo su apoyo, por siempre creer en mí, por su confianza, por su amor, por sus consejos, porque sin ellos esto no fuera posible ya que son el motor de mi vida.*

*A mi futura esposa Ruth Enith León León por estar siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente para que saliera adelante con mi carrera y así formarme como una mejor persona.*

*A mis hermanos Eduardo, Geovanny, Yuli, Nidia, Lorena, Yeini, Ines por siempre estar a mi lado, porque creyeron en mí y por su apoyo durante el transcurso de mis estudios.*

*A Carmen Olinta, Waldimer, Ferdinando por haberme brindado ayuda en un momento importante para poder salir adelante.*

*A mis amigos, compañeros de estudio y maestros porque fueron parte fundamental en mi formación profesional.*

*A todos mis tíos, primos, cuñados y padrinos que creyeron y estuvieron pendientes de mí.*

*A mi compañero Luis Gerardo León Carvajalino, por ser ese amigo que con el tiempo se convirtió en hermano ya que nos hemos brindado un apoyo mutuo desde que estábamos en el colegio hasta nuestra formación profesional, por ser esa persona de admirar que a pesar de los obstáculos los ha podido superar y salir adelante.*

*Gustavo Ruiz Gutiérrez*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por sus infinitas bendiciones en el transcurso de nuestra carrera y por brindarnos la sabiduría y la inteligencia para terminar con éxito este proyecto.*

*Al Magister Eder Norberto Flórez Solano, nuestro director de tesis por sus asesorías, interés y acompañamiento en el desarrollo de este proyecto.*

*Al señor Wualdimer Ascanio Pérez, propietario de la granja por haber confiado en nuestros conocimientos para la construcción de los equipos.*

*A nuestros profesores, Edwin Espinel, Gustavo Guerrero, Malka Cabellos, José Luis Lázaro, Juan Guillermo García, Alfredo Bohórquez, Jhon Arevalo que de alguna manera estuvieron involucrados en este proceso de formación académica.*

*A la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y todos los docentes que hicieron parte de nuestra formación profesional y moral.*

## Tabla de Contenido

	Pág.
Capítulo 1. CONSTRUCCION DE UN DISPOSITIVO DE INCUBACION Y NACEDERO SIMULTANEO PARA HUEVOS DE CODORNIZ EN “CODORNICES EL ZAFIRO” EN LA CIUDAD DE OCAÑA .....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Descripción del problema.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 General. Construir un sistema de incubación y nacedero simultaneo para huevos de codorniz en “CODORNICES EL ZAFIRO” en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.....	3
1.4.2. Específicos. Estudiar el estado del arte sobre el proceso y dispositivos en la industria a nivel internacional, nacional y local para la aplicación en la avicultura y la coturnicultura. ....	3
1.5 Justificación.....	3
1.6 Alcances .....	4
1.7 Delimitaciones. ....	5
1.7.1 Geográfica. ....	5
1.7.2 Conceptual.....	5
1.7.3 Operativa. ....	5
1.7.4. Temporal. Este proyecto tendrá duración de 10 semanas .....	5
Capítulo 2. Marco de referencia .....	6
2.1. Marco histórico.....	6
Marco conceptual .....	14
Marco legal.....	32
Capítulo 3. Diseño metodológico .....	36
3.1 Tipo de investigación.....	36
3.2 Población .....	36
3.3 Muestra .....	36
3.4 Fases del proyecto de investigación .....	37
Capítulo 4. Desarrollo del proyecto por medio de las actividades propuestas	39
4.1 Fase I: Estudiar el estado del arte sobre el proceso y dispositivos usados en la industria a nivel internacional, nacional y local para la obtención de polluelos de codornices u otros seres semejantes.....	39
4.1.1 Investigación en artículos científicos relacionados con la construcción de modelos funcionales de incubadoras y nacederas para huevos .....	39
4.1.2 Análisis de los tipos de montajes realizados, materiales utilizados y funcionamiento de los sistemas construidos. ....	40
4.1.3. Análisis de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas en cuanto al desarrollo de los polluelos.....	45

4.2 Fase II: Simular el modelo geométrico seleccionado con ayuda del software SolidWorks y Ansys las condiciones como temperatura y flujo de aire dentro del equipo.....	46
4.2.1. Dibujar las partes del modelo geométrico establecido para el sistema de incubadora y nacedera para el posterior ensamble y estudio de ingeniería de detalle para el sistema simultaneo. ....	46
4.2.2. Diseñar el sistema de caja y bandejas donde se posicionaran los huevos. ....	46
4.2.3. Diseñar el sistema de volteo de las bandejas. ....	48
4.2.4. Simular las condiciones ambientales como temperatura y flujo de aire dentro de los modelos ensamblados.....	57
4.3 Fase III: Construir el sistema de incubación y nacedera para los huevos de codornices a partir del diseño establecido. ....	69
4.3.1. Seleccionar el material para toda la estructura y elementos de sujeción. ....	70
4.3.2. Seleccionar el motor para el sistema de volteo. ....	71
4.3.3. Seleccionar el controlador automático de temperatura, humedad y volteo ....	71
4.3.4. Seleccionar las resistencias eléctricas para el sistema de calefacción... ..	72
4.3.5. Seleccionar los patines para los dispositivos.....	73
Conclusiones.....	77
Recomendaciones .....	79
Referencias .....	80
Apéndices .....	83

## Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. Diagrama del sistema de incubación, microcontrolador, computador y escáner de temperatura.....	6
Figura 2. Sistema de transporte.....	8
Figura 3. Esquema del sistema de volteo.....	9
Figura 4. Porcentaje de crecimiento del embrión. ....	10
Figura 5. Incubadora y sistema de volteo en dos planos.....	12
Figura 6. Mecanismo de transferencia de calor entre los componentes de la incubadora.	21
Figura 7. Tipos de huevos no aptos para la incubación. ....	25
Figura 8. Primeros seis días del desarrollo del embrión. ....	29
Figura 9. Desarrollo del embrión del día 7 al día 15. ....	30
Figura 10. Últimos seis días del desarrollo del embrión.....	31
Figura 11. Sistema doble de la parte interna de la incubadora. ....	43
Figura 12. Sistema de transmisión para el mecanismo de volteo. ....	44
Figura 13. Ubicación de la barra de volteo en las bandejas.....	49
Figura 14. Vista del giro en una bandeja con sus desplazamientos. ....	50
Figura 15. Ubicación dl motor de volteo, de la biela y la manivela. ....	51
Figura 16. Triangulo inferior para el cálculo de X. ....	52
Figura 17. Triangulo superior para el cálculo de L.....	53
Figura 18. Análisis dinámico de velocidades. ....	54
Figura 19. Triangulo de velocidades.....	55
Figura 20. Dibujo de contorno 1.....	58
Figura 21. Dibujo de contorno 2.....	58
Figura 22. Selección del fluido de trabajo. ....	59
Figura 23. Propiedades del fluido de trabajo. ....	59
Figura 24. Calculo del flujo de aire con el anemómetro.....	60
Figura 25. Parámetros de entrada para el ventilador.....	61
Figura 26. Ingreso del parámetro de velocidad a la entrada. ....	61
Figura 27. Parámetros de salida para el ventilador. ....	62
Figura 28. Ingreso del parámetro de velocidad a la salida.....	62
Figura 29. Parámetro de temperatura.....	63
Figura 30. Ingreso del parámetro de temperatura. ....	63
Figura 31. Mallado del contorno.....	64
Figura 32. Corte de sección en el mallado de contorno.....	64
Figura 33. Vista lateral para el flujo de aire en el ventilador 1.....	65
Figura 34. Vista isométrica para el flujo de aire en el ventilador 1.....	65
Figura 35. Vista lateral para el flujo de aire en el ventilador 2.....	66
Figura 36. Vista isométrica para el flujo de aire en el ventilador 2.....	67
Figura 37. Líneas cortadas del flujo de aire en el ventilador 1.....	68
Figura 38. Líneas completas del flujo de aire en el ventilador 1.....	68
Figura 39. Temperatura de contorno.....	69
Figura 40. Vista General.....	87

Figura 41. Componentes. ....	88
Figura 42. Remachado en las tapas laterales (Pre-ensamble).....	90
Figura 43. Proceso de remachado en las partes señaladas. ....	91
Figura 44. Postura del tornillo en la parte superior (Resistencia).....	91
Figura 45. Postura final del tornillo en la parte superior (Resistencia). ....	92
Figura 46. Posición de la resistencia luego de colocar los tornillos. ....	92
Figura 47. Ubicación de los tornillos y tuercas en las bases de las bandejas. ....	93
Figura 48. Fijación de las bandejas y su base. ....	93
Figura 49. Ubicación del motor de volteo para las seis bandejas. ....	94
Figura 50. Despiece total. ....	95
Figura 51. Componentes II. ....	96
Figura 52. Incubadora I. ....	98
Figura 53. Incubadora II. ....	99
Figura 54. Vista general de la base. ....	100
Figura 55. Base. ....	100
Figura 56. Vista general de la puerta. ....	101
Figura 57. Vista general del empaque de la puerta. ....	101
Figura 58. Vista general de las tapas laterales. ....	102
Figura 59. Vista general de la lámina interior.....	102
Figura 60. Vista general para la tapa de las resistencias.....	103
Figura 61. Vista general lamina interior para las resistencias. ....	103
Figura 62. Vista general de las láminas de poliestireno expandido.....	104
Figura 63. Vista general base del ventilador.....	104
Figura 64. Vista general del tornillo y tuerca que complementan la base del ventilado	105
Figura 65. Ruedas genéricas para la base. ....	105
Figura 66. Ventilador de 5 alavases a 120 voltios. ....	106
Figura 67. Resistencia resortada de ferróníquel.....	106
Figura 68. Vista general de aisladores de fibra de vidrio. ....	106
Figura 69. Humificadores dentro de un recipiente en agua. ....	107
Figura 70. Vista general de la base de las bandejas.....	107
Figura 71. Base de las bandejas. ....	108
Figura 72. Vista general de la base del volteo. ....	108
Figura 73. Vista general de las rejillas.....	109
Figura 74. Vista general de los rieles.....	109
Figura 75. Vista general de la barra de volteo. ....	110
Figura 76. Caja de control.....	110
Figura 77. Vista general de la caja de control.....	111
Figura 78. Motor de volteo. ....	111
Figura 79. Vista general.....	112
Figura 80. Componentes. ....	113
Figura 81. Remachado de las tapas laterales (Pre-ensamble).....	115
Figura 82. Proceso de remachado en las partes señaladas. ....	115
Figura 83. Postura del tornillo en la parte superior (Resistencia).....	116
Figura 84. Postura final del tornillo en la parte superior (Resistencia). ....	116

Figura 85. Posición de las resistencias luego de colocar los tornillos. ....	117
Figura 86. Despiece de las bandejas en la nacedera. ....	117
Figura 87. Vista general de la bandeja en la nacedera. ....	118
Figura 88. Despiece total. ....	119
Figura 89. Componentes II. ....	120
Figura 90. Nacedera I. ....	122
Figura 91. Nacedera II. ....	123
Figura 92. Vista general de la base. ....	124
Figura 93. Base. ....	124
Figura 94. Vista general de la puerta. ....	125
Figura 95. Vista general del empaque de la puerta. ....	126
Figura 96. Vista general de las tapas laterales. ....	126
Figura 97. Vista general de la lámina interior. ....	127
Figura 98. Vista general para la tapa de las resistencias. ....	127
Figura 99. Vista general de la lámina interior para las resistencias. ....	128
Figura 100. Vista general de las láminas de poliestireno expandido. ....	128
Figura 101. Vista general de la base del ventilador. ....	129
Figura 102. Vista general del tornillo y tuerca que complementan la base del ventilador. .....	129
Figura 103. Ruedas genéricas para la base. ....	130
Figura 104. Ventilador de 5 alaveses a 120 voltios. ....	130
Figura 105. Resistencia resortada de ferroníquel. ....	130
Figura 106. Vista general aisladores de fibra de vidrio. ....	131
Figura 107. Humificadores dentro de un recipiente en agua. ....	131
Figura 108. Vista general de la base de las bandejas en las nacederas. ....	132
Figura 109. Vista general de las rejillas en la nacedera. ....	133
Figura 110. Vista general de las bandejas de la nacedera. ....	133
Figura 111. Vista general de las mallas en las bandejas de la nacedera. ....	134
Figura 112. Caja de control. ....	134
Figura 113. Vista general de la caja de control. ....	134
Figura 114. Construcción de la estructura externa. ....	135
Figura 115. Construcción de la estructura interna. ....	135
Figura 116. Doblez de las tapas laterales I. ....	136
Figura 117. Doblez de las tapas laterales II. ....	136
Figura 118. Instalación de las láminas de poliestireno. ....	137
Figura 119. Instalación de las tapas laterales I. ....	137
Figura 120. Instalación de las tapas laterales II. ....	138
Figura 121. Construcción de las bandejas y demás materiales. ....	138
Figura 122. Pintado de las estructuras. ....	139
Figura 123. Adaptación de las bases de las bandejas. ....	139
Figura 124. Adaptación de las guías para los portabandejas en la nacedera. ....	140
Figura 125. Instalación de las guías portabandejas. ....	140
Figura 126. Instalación de las rejillas en la incubadora. ....	141
Figura 127. Vista final de la incubadora. ....	141

Figura 128. Bandeja ensambladas.....	142
Figura 129. Vista final de la nacadera. ....	142
Figura 130. Ilustración para seleccionar el peso de la lámina de acero galvanizado calibre 22.....	143
Figura 131. Ilustración para seleccionar el peso de las láminas rectangulares. ....	144
Figura 132. Ilustración para seleccionar el peso de los ángulos. ....	145
Figura 133. Ilustración A para selección del motor reductor.....	145
Figura 134. Ilustración B para la selección del motor reductor. ....	146
Figura 135. Ilustración para seleccionar los patines. ....	147

**Lista de Tablas**

	Pág.
Tabla 1. Parámetros de incubación.	41
Tabla 2. Registro de temperaturas.	57
Tabla 3. Componentes de los dispositivos con su respectivo peso.	73
Tabla 4. Elementos brindados por la universidad	84
Tabla 5. Presupuesto global.	85
Tabla 6. Lista de componentes incubadora.	89
Tabla 7. Lista de componentes de la incubadora en el despiece total.	97
Tabla 8. Lista de componentes nacedera.	114
Tabla 9. Lista de componentes de la nacedera en el despiece total.	121

# **Capítulo 1. CONSTRUCCION DE UN DISPOSITIVO DE INCUBACION Y NACEDERO SIMULTANEO PARA HUEVOS DE CODORNIZ EN “CODORNICES EL ZAFIRO” EN LA CIUDAD DE OCAÑA**

## **1.1 Planteamiento del problema**

Para el sistema de reproducción de los seres ovíparos como las codornices se requiere de un macho y una hembra para la creación del huevo fértil, con esto la forma más adecuada para obtener un polluelo es en un ambiente diferente a una jaula o galpón tecnificado, bajo el concepto de (Valladares & Cumpa, 2016) es necesario que la madre abrigue y proteja los huevos durante 17 días; en los galpones de la granja no es posible para las aves gestar sus huevos por las mismas condiciones de relajación del ave.

En la granja CODORNICES EL ZAFIRO se maneja un sistema de ventas de huevos de codornices, pero hasta el momento no es posible obtener codornices recién nacidos a partir de los mismos huevos que se generan debido a las condiciones mencionadas en el párrafo anterior, y por este motivo la granja debe acudir a otros medios comerciales (comprar en otras granjas) para obtener aves nuevas y esto genera un aumento de costos en el sistema de producción del cortijo.

De esta manera, se crea la necesidad de construir un sistema de incubación en conjunto con un sistema de nacedera que permita mantener los huevos por un periodo de gestación y nacimiento que dé la oportunidad a una nueva ave y a su vez mejorar la

economía de la granja disminuyendo los gastos de inversión y tiempo al momento de comprar nuevas aves.

### **1.2 Formulación del problema**

¿El sistema simultaneo de incubación y nacimiento de huevos de codornices propuesto, proporcionará una rentabilidad para “codornices zafiro” en la ciudad de Ocaña?

### **1.3 Descripción del problema**

Una de las actividades más importantes en la industria agrícola es todo lo relacionado con la reproducción de los animales tanto mamíferos como ovíparos, sabiendo que todo inicia por el cuidado en cuanto a la buena alimentación y el conocimiento de los tiempos de reproducción de cada especie de animales..

En “codornices el zafiro” se maneja un sistema de producción en huevos de codorniz, las aves que allí se tienen se reproducen en un intervalo promedio de siete días todos estos huevos obtenidos en la granja son comercializados en toda la región de Ocaña y la provincia, así como también de forma esporádica (por petición de algunos clientes) se comercializan algunas codornices. (Pataron, 2014) afirma que “cuando estas aves llegan a una edad avanzada ocurren dos casos, que ya no ponen con tanta frecuencia o simplemente no ponen”, lo que quiere decir, que la granja pierde producción tanto por las aves que se venden como por las que dejan de poner, es por esto que la granja debe acudir a otros agentes comerciales en otras ciudades para adquirir aves nuevas. En el ambiente en que las codornices viven no son capaces de incubar sus propios huevos debido a que estas aves son muy sensibles al estrés debido al ruido, la incomodidad con los de su

misma especie, las condiciones de temperatura de si es un día caluroso o más bien un día frío y demás.

Ahora bien, el diseño de una incubadora y nacedera para estos huevos de codornices permitirá a la granja “codornices el zafiro” mejorar su sistema de inversión sin perjudicar su sistema de producción debido a que de los mismos huevos obtenidos se utilizaran para dar vida a aves nuevas y así no tener que recurrir a otros agentes comerciales como por ejemplo otras granjas en otras ciudades para obtenerlos.

#### **1.4 Objetivos**

**1.4.1 General.** Construir un sistema de incubación y nacedero simultaneo para huevos de codorniz en “CODORNICES EL ZAFIRO” en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander

**1.4.2. Específicos.** Estudiar el estado del arte sobre el proceso y dispositivos en la industria a nivel internacional, nacional y local para la aplicación en la avicultura y la coturnicultura.

Simular el modelo geométrico seleccionado con ayuda del software SolidWorks y Ansys bajo condiciones de temperatura y flujo de aire dentro del equipo.

Construir el sistema de incubación y nacedero para los huevos de codornices a partir del diseño establecido.

#### **1.5 Justificación**

El desarrollo de estas actividades de la coturnicultura permite generar recursos partiendo de la necesidad de no desperdiciar tiempo y dinero teniendo en cuenta la influencia de diversos factores que juegan un papel de ventajas o desventajas en estas

actividades del campo. La creación de ideas que aportan a la economía de lo que se llame microempresa o empresa con el fin de obtener un desarrollo exitoso en el crecimiento financiero con el fin de ser generadores de empleo y estar abiertos a las nuevas implementaciones tecnológicas que reflejen la adecuación de nuevos sistemas.

Realizar esta investigación permite aplicar nuevas técnicas en la región de Ocaña que hagan más convencionales los procesos de producción de aves en este caso codornices sin tener la necesidad de invertir dinero para adquirir aves nuevas de otras ciudades, además de aprovechar al máximo los huevos tanto para la venta en físico como para la gestación de nuevas vidas.

La construcción del sistema para CODORNICES EL ZAFIRO se basa en dos dispositivos pero ambos funcionando bajo el mismo principio de automatización; un primer dispositivo es el de incubación que se mantendrá a una temperatura de  $37.7^{\circ}\text{C}$  y una humedad del 60% para el periodo de gestación y el segundo dispositivo es el de nacimiento que será operado a una temperatura de  $36.5^{\circ}\text{C}$  y humedad del 90%.

### **1.6 Alcances**

Se estudiará de forma detallada lo que hasta ahora se sabe y se ha hecho (materiales utilizados, montajes realizados, resultados encontrados) por aplicar estas técnicas de incubación en huevos de codornices y de otras especies.

Se simularán las magnitudes primordiales de temperatura y flujo de aire en ansys bajo el diseño geométrico contemplado con el software Solidworks.

Se construirá el sistema de incubadora y nacedera simultaneo apto para los huevos de codornices y se entregara a la granja “Codornices el Zafiro” una vez puesta a prueba para concluir su funcionamiento.

### **1.7 Delimitaciones.**

**1.7.1 Geográfica.** Este proyecto se realizará en la Ciudad de Ocaña, Norte de Santander – Colombia en la Universidad Francisco de Paula Santander de la Facultad de Ingenierías, bajo la vigilancia del asesor del proyecto.

**1.7.2 Conceptual.** Los términos que se manejaran como referentes del proyecto son: fertilidad del huevo de codorniz, fases de la creación del polluelo, características ambientales para la eficaz gestación del huevo, automatización, control de humedad, control de temperatura, sensores, extractores de calor.

**1.7.3 Operativa.** Con este proyecto se espera que el sistema de incubación y nacimiento para los huevos de codornices actué de manera eficiente en el sistema de producción para la granja “codornices el zafiro” de tal manera que se pueda obtener al mismo tiempo polluelos de codornices y más bien no obtenerlas por otros medios comerciales sin desperdiciar el tiempo de fertilidad de los huevos.

**1.7.4. Temporal.** Este proyecto tendrá duración de 10 semanas

## Capítulo 2. Marco de referencia

### 2.1. Marco histórico

#### Revisión del estado del arte.

Existen proyectos en los cuales se ha desarrollado diseños de incubadoras haciendo más énfasis en los mecanismos de volteo para diversos tipos de huevos (gallina, codornices e incluso de tortuga) así como también estudios de factibilidad y manejo de recursos a la hora de operar con estas técnicas artificiales.

#### Antecedentes a nivel mundial.

En el año 2010 se efectuó el diseño y construcción de una novedosa incubadora de huevos de tortuga marina, el sistema simula la temperatura solar y la temperatura de trabajo se controla a partir de un termómetro eléctrico y un termostato. Aunque con esta máquina solo se hicieron estudios preliminares para huevos de sexo masculino que tienen un periodo de gestación de 15 días a un periodo de 8 días (Lopez, Porta, Gutierrez, & Gomez, 2010).

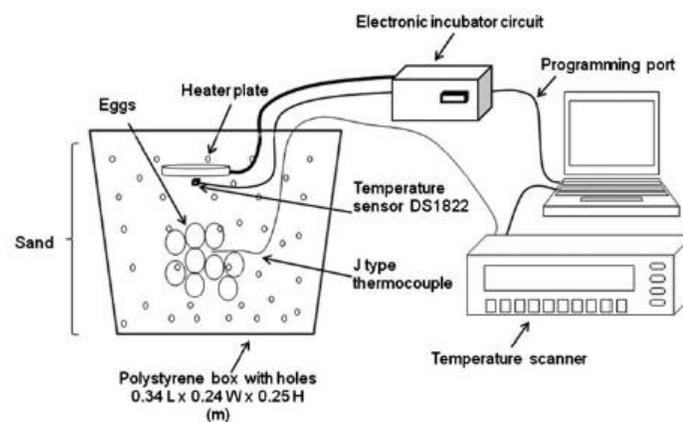


Figura 1. Diagrama del sistema de incubación, microcontrolador, computador y escáner de temperatura.

En la Universidad Tun Hussein en Indonesia en el año 2015 se llevó a cabo el diseño de un sistema de incubadora rotacional para huevos de diferentes tipos de especie, aunque las pruebas efectuadas fueron con huevos de codorniz de origen japonés, las variables más importantes fueron temperatura, humedad y movimiento de rotación; los dos primeros son controlados mediante sensores conectados a controladores automáticos, pero que mantienen las especificaciones con intercambiadores de calor usando aire y agua y el tercero es guiado por un motor de corriente directa. El material utilizado para el diseño fue acero inoxidable para evitar imperfecciones y afectaciones en los huevos. Para los huevos que se probaron se trabajó a una temperatura constante de 37.5 grados Celsius y una humedad relativa de 49,86% a un ángulo de rotación de 45 grados alrededor de 17 o 19 días, así mismo los huevos se rotaban de dos a tres veces diariamente. Con ayuda de SolidWorks simularon el eje de apoyo y obtuvieron un factor de seguridad mínimo de 9.6 y un máximo de  $1.12130 \times 10^8$ , también un esfuerzo de Von Mises con un valor mínimo de 0.000596097 y un valor máximo de 79.8 Mpa. (Badli, Peng, Saidin, & Mohd, 2015)

Se permitió concluir que es un dispositivo con diversas ventajas primero porque los controladores se adaptan a las especificaciones para huevos de cualquier especie, además de ser portable, fácil de manejar y con una alta capacidad de huevos (80 en este caso) (Badli, et al., 2015).

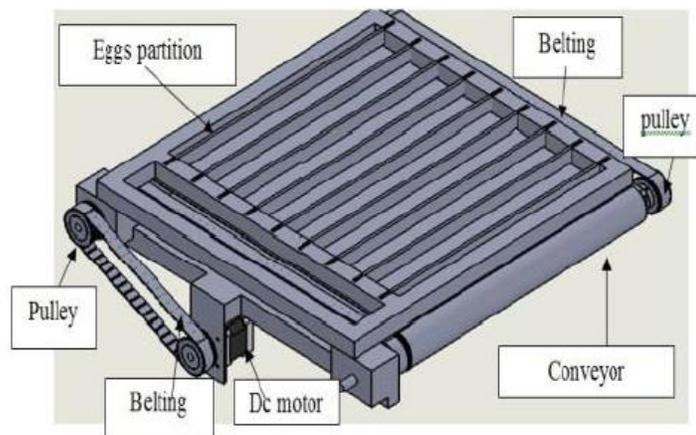


Figura 2. Sistema de transporte.

En la Universidad Cesar Vallejo de Perú en 2015 se propuso el diseño de un sistema de volteo automático para mejorar una incubadora de huevos de gallina de tipo manual existente en una empresa agropecuaria, la descripción del problema se basaba en las pérdidas económicas que el sistema de volteo manual estaba provocando. Se explicó las etapas para una excelente incubación empezando por la selección del huevo fértil, la colocación en las bandejas, la desinfección y por último cargar la máquina incubadora, esta última es donde se debe ser más cuidadoso para no exponer el huevo. Se mencionó las características ambientales a las que debe permanecer el huevo tales como: una temperatura de entre 37 y 38 grados Celsius, una humedad relativa entre 50 y 55%, el volteo de los huevos fue con un ángulo de 45 grados al menos cada hora a una velocidad constante de una revolución por minutos hasta el día número 14 de incubación; también cabe mencionar que se deben seleccionar huevos con un peso superior a 50 gramos pero inferior a 60 gramos debido a que los huevos demasiado livianos generan polluelos demasiado pequeños que quizás no sean capaces de sobrevivir y los huevos demasiado

grandes tienen una cascara muy delgada que provocan una malformación en el embrión. Ahora bien para el diseño del mecanismo se utilizó un acero ASTM A36 y el cual consta de la selección de un motor de baja potencia, un sistema reductor de potencia basado en cadena, el diseño de dos ejes que sirven de apoyo a las levas encargadas de hacer el giro a continuación se muestra el esquema del mecanismo desde una vista frontal (Cabrera Torres, 2015).

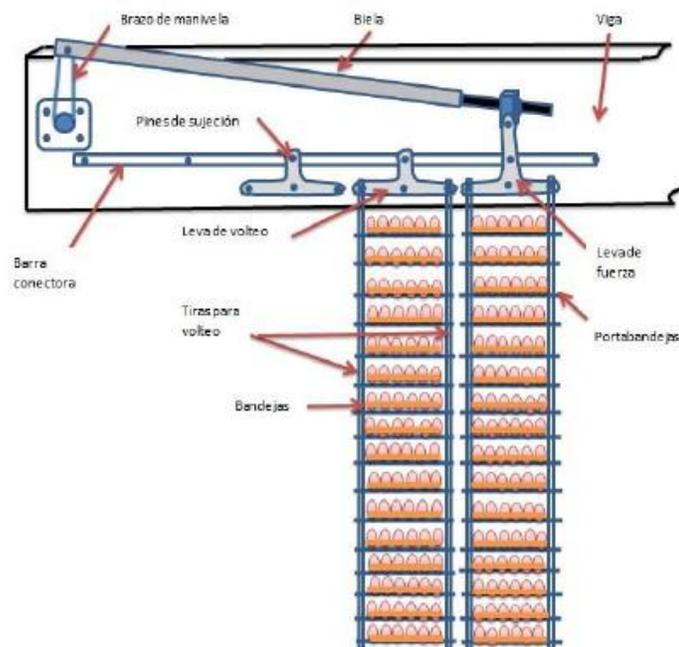


Figura 3. Esquema del sistema de volteo.

En la Universidad Politécnica Salesiana de Quito, Ecuador en 2016, se realizó el diseño de una incubadora de huevos de gallina para mejorar la rentabilidad de una granja pero a su vez para que aquel que quiera implementar una maquina incubadora pueda tener el diseño como guía para cualquier otra construcción. Se empieza por explicar que el proceso de incubación empieza por la selección del huevo y su limpieza, una posterior fumigación controlada para evitar plagas o infecciones en el huevo, luego la incubación y

un posteriormente un paso por la nacedera y finalmente el nacimiento del pollo. El registro diario del crecimiento del polluelo dentro del huevo se llevó a cabo pesándolo diariamente lo que registro un aumento porcentual (Erazo Erazo, 2016).

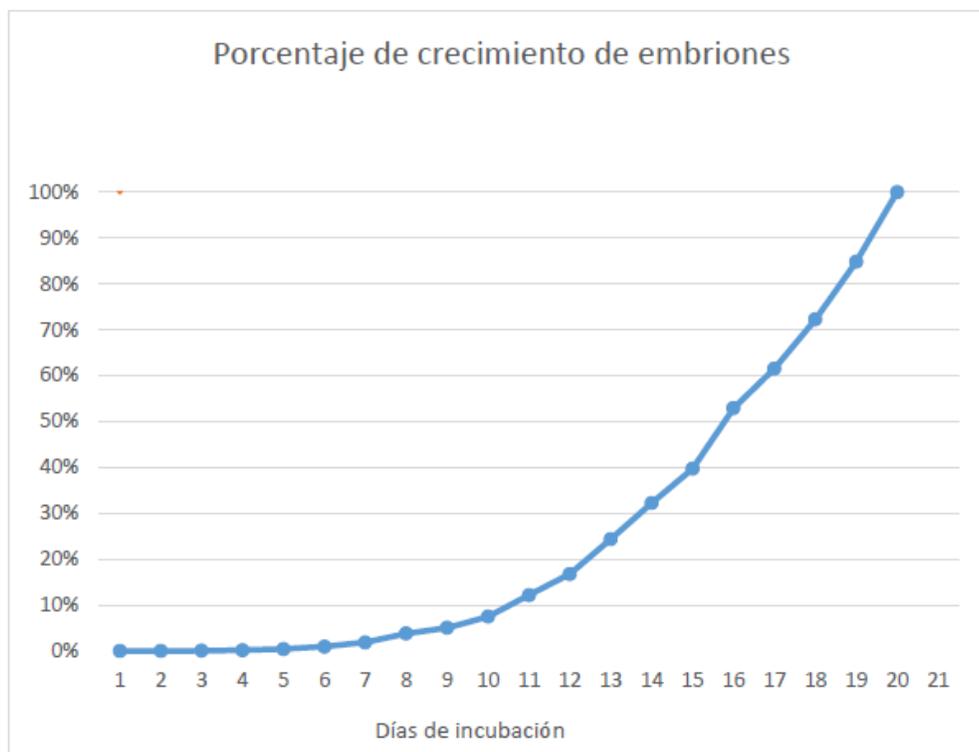


Figura 4. Porcentaje de crecimiento del embrión.

Ahora bien el diseño del sistema se efectuó en primera parte por un análisis estático entre el huevo y la bandeja en las que se posicionaran, luego un diseño de las bandejas partiendo del material a seleccionar y terminando con los cálculos de esfuerzo por parte de los elementos; se seleccionó un mecanismo con resortes para el sistema de giro y se seleccionó un motor adecuado para la tarea de volteo teniendo en cuenta un torque calculado. También se hizo el diseño de la parte automatizada para el control de

temperatura y humedad y el cálculo de la transferencia de calor teniendo en cuenta las propiedades físicas del huevo y las pérdidas de calor que se pueden llegar a obtener y así llegar a la simulación de la temperatura y humedad dentro de la incubadora por convección. Por último se permite concluir que estos sistemas de incubación artificial mejoran la eficiencia de producción en comparación a la incubación natural ahorrando espacio y cuidados extras (Erazo Erazo, 2016).

#### **Antecedentes a nivel nacional.**

En Colombia, se han efectuado trabajos e investigaciones que se basan en el desarrollo de sistemas para incubar huevos teniendo en cuenta las condiciones a las que se debe reproducir cada ave y resolver problemas en el sector de la avicultura, así mismo se efectúan proyectos de este tipo para ayudar a la comunidad de manera que se aprovechen los huevos tanto para el consumo como para la reproducción.

En el departamento de Santander se llevó a cabo un proyecto que ayudó a mejorar la situación económica y calidad de vida de cada una de sus familias. El proyecto permitió obtener una suma de dinero por parte del gobierno para conseguir una cierta cantidad de gallinas y una incubadora de huevos y se concluyó al final la importancia de la incubadora para lograr reproducir de una forma más acelerada las crías además de la mejora significativa en las condiciones de vida de las familias de estas mujeres comunitarias que entraron al proyecto (Sandoval Rincon, 2015).

En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en 2017, en el departamento de sucre se desarrolló un sistema de máquina incubadora para huevos de codornices utilizando un microcontrolador de referencia PIC 18f4550 y un par de sensores de

referencia DHT22 para tomar datos de temperatura y humedad. Todo el comportamiento dentro de la incubadora se ve reflejado en una interfaz, además realizaron una aplicación Android para controlar el sistema de incubación a partir de un teléfono celular Smartphone. Los factores más importantes en este trabajo para lograr resultados en la eclosión de los huevos fueron la temperatura y la humedad, mencionando también que la altitud es un factor importante argumentando que a 2000 m.s.n.m. no se presenta una óptima eclosión. La temperatura de operación a la que se trabajó fue 37 y 38 grados Celsius disminuyéndola un poco durante los tres últimos días; la humedad relativa en una magnitud de 55% aumentándola en un intervalo de 65-70 % durante los últimos tres días, también el ángulo de volteo se efectúa entre 35 y 45 grados (Gutierrez & Sanabria, 2017).

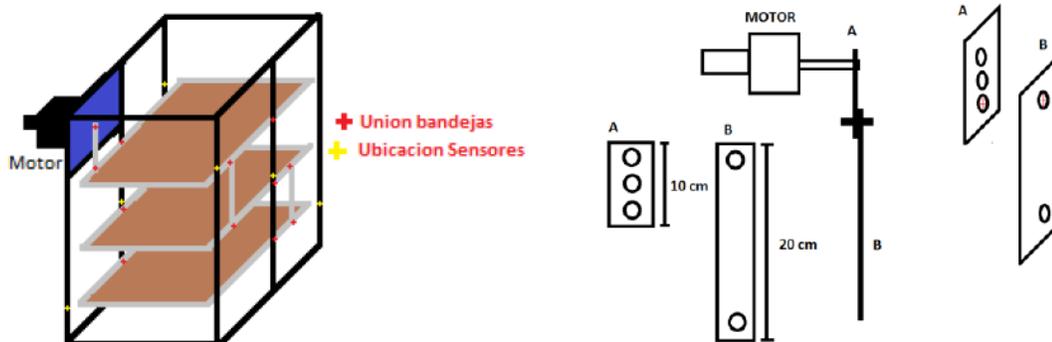


Figura 5. Incubadora y sistema de volteo en dos planos.

Como recomendación del autor respecto al control de la humedad no usar agua para no afectar el medio ambiente sino más bien un actuador que brinde mejores condiciones, además la implementación de una bala de oxígeno que brinde un aire óptimo aparte de los ventiladores para tener una incubadora más exitosa (Gutierrez & Sanabria, 2017).

### **Antecedentes a nivel regional.**

Lo más cercano a esta investigación relacionado con la región está basado en la modalidad de grado pasantías; la estudiante Carolina Gallardo de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña estuvo en Floridablanca, Santander en la avícola Avidesa Macpollo con el objetivo de demostrar la importancia del análisis embrionario para un diagnóstico de manejo en la planta de incubación para huevos de gallina. Para esto se llevó a cabo la implementación de un nuevo formato de embriodiagnos (practica de revisar los huevos de veintiún días de incubación que se quedan sin eclosionar). La operación consiste en abrir todos los días huevos para determinar si eran fértiles o si existió interrupción durante el proceso de incubación. Se procedió a hacer un análisis de todas las posibles causas de muerte, empezando por la infertilidad, mortalidad al tercer día, mortalidad entre el cuarto y séptimo día, mortalidad entre los días ocho y catorce, entre los quince y dieciocho días, entre los diecinueve y veintiún días, los huevos de desecho, los fisurados en granja, los afectados por hongos, por bacterias, por mal formaciones, mala posición; pero todas estas muertes coinciden en las posibles causas de mal control de la temperatura o la humedad, así como también en el mal control del giro, mala fumigación, mala ventilación, manejo brusco de los huevos, mala nutrición, huevos con imperfecciones, mala recolección de los huevos, o alta temperatura los primeros días. Finalmente se concluye que la aplicación del nuevo formato en la empresa permite realizar un mejor análisis para el control de calidad con mayor veracidad y un manejo de procesos supervisado (Gallardo, 2017).

## **Marco conceptual**

**Incubación avícola artificial:** “Es un proceso mediante el cual se proveen las condiciones aptas para el correcto desarrollo embrionario. Su importancia radica en la investigación o en elevar la producción de la especie incubada con fines económicos o de consumo” (Gómez & Mendoza, 2014, p. 7).

(Gómez & Mendoza, 2014, p. 7) afirma que lo primero que se requiere para una incubación exitosa son huevos fértiles. De manera natural una hembra deposita los huevos en un medio razonablemente limpio y seco, conteniendo los nutrientes y humedad que requiere el embrión para su desarrollo y la protección al medio que lo provee el cascarón; solo falta ser provisto de las siguientes condiciones para incubarlo, manteniéndolas a pesar de las variaciones del ambiente externo:

- Temperatura ideal a la especie que se incuba.
- Suministro de aire limpio mediante la ventilación que mantenga un ambiente interno lo menos viciado debido a las emisiones de CO<sub>2</sub> por parte de los huevos prontos a nacer, así como un ángulo y frecuencia de giro apropiado para el desarrollo de las membranas del sistema circulatorio y respiratorio del embrión.
- Proporción de Humedad Relativa que no deshidrate ni deje edemas en el polluelo al nacimiento durante el proceso diario de evaporación que presente el huevo durante la gestación.
- Protección constante a depredadores, organismos dañinos o vibraciones.

El período entero de gestación, se puede dividir en dos etapas; la primera denominada incubación en la que se proporciona el giro alterno, es aproximadamente 6 veces más larga que la segunda denominada nacimiento, en la que se suspende el giro y se espera que el polluelo salga del cascarón. Para la incubación artificial se puede recomendar aislar el espacio de cada etapa por cuestiones de higiene y comodidad en la manipulación con el huevo o con el polluelo. Sin embargo los aparatos comerciales que emplean espacios compartidos dan buenos resultados para las aves de corral (Gomez & Mendoza, 2014, p. 7).

Las ventajas que presenta la incubación artificial sobre la incubación natural son muy grandes, dado que se pueden criar pollos más uniformes en la época y en la cantidad que la persona lo desee; la producción puede hacerse de manera continua, con poco esfuerzo y con la posibilidad de reducir los costos de producción e incrementando la oferta del producto; se puede eliminar la presencia de enfermedades y plagas que afecten a los polluelos, y permite hacer una selección más eficaz tanto en las aves como en el huevo. En el caso de la producción avícola, puede decirse que mucho de su éxito se debe al uso de incubadoras puesto que son un método industrial excelente para la producción de pollo (Calderón, 2015, p. 8).

La incubación artificial es un proceso sencillo, en el cual los factores que intervienen son: temperatura, porcentaje de humedad relativa, ventilación y volteo. Estos principios se establecieron hace tiempo, habiendo cambiado únicamente los aspectos prácticos de la incubación artificial (Gómez & Mendoza, 2014, p. 7).

Los cambios que tienen lugar en el huevo durante la incubación se presentan ordenados y regidos por las leyes naturales. Estos cambios se producen, con normalidad, solamente bajo niveles determinados de temperatura, humedad relativa, contenido químico del aire y posiciones del huevo. De todos ellos la temperatura figura como el factor de mayor importancia, ya que inclusive, las variaciones en sus valores pueden resultar letales para muchos embriones (Gómez & Mendoza, 2014, p. 8).

**Temperatura:** Manteniendo la temperatura a 100 °F (37,7 °C) durante el proceso de incubación se consigue una buena eclosión de los huevos fértiles al utilizar una incubadora con estas características. Los cambios de temperatura (menos de ½ grado) ya sea superiores o inferiores a los 100 °F (37,7 °C) son permitidas, pero no son tolerados cambios de temperaturas más de un grado. Los cambios alargados de temperaturas ya sean altas o bajas alterarán el proceso de incubación del huevo. Las temperaturas altas son las más comprometedoras. Una incubadora con temperatura alta tiende a producir eclosión temprana. Y la que se mantiene frecuentemente fría conlleva a producir eclosiones tardías. En estos casos se disminuirá el número de pollitos al nacimiento. Así mismo manifiesta que debe mantenerse la incubadora a 102 °F (38,8 °C) para compensar la estratificación de la temperatura dentro de la incubadora. Se debe obtener una perfecta lectura colocando el sensor del termómetro a la altura de la parte alta de los huevos, cuando estos han sido ubicados horizontalmente (Reyes, 2015, p. 12).

(Calderón, 2017) afirmó que la temperatura óptima de incubación no es la misma para todos los huevos. Se puede decir que hay algunas causas que lo determinan:

- El tamaño del huevo.

- La calidad del cascarón.
- Genéticas (inclusive raza y línea del pollo).
- La edad del huevo cuando es colocado para incubarse.
- La humedad del aire durante la incubación.

**Humedad relativa:** En el proceso de incubación se pierde vapor de agua por medio de los poros del cascarón, esto depende principalmente del número y tamaño de los poros (la conductibilidad de gas de la cáscara) y de la humedad relativa dentro de la sala de incubación. Para una buena incubabilidad un huevo deberá haber perdido el 12 % de su peso hasta el día 18, aunque todos los huevos hayan sido incubados con las mismas condiciones de humedad, existirá una variación en la pérdida de humedad. Con huevos de gallinas de razas pesadas, esta variación normalmente no tiene un efecto significativo. Pero sin duda alguna, cuando la edad, nutrición o enfermedades reducen la calidad del huevo, es necesario ajustar las condiciones de humedad relativa para obtener un alto porcentaje de incubabilidad y calidad del pollito al momento de nacer (Reyes, 2015, p. 14).

**Ventilación y renovación del aire:** El problema de la ventilación debe ser abordado de dos formas: la circulación de aire propiamente dicha y la renovación o recambio de aire. Mediante el aire que circula en el interior de la incubadora, llega a los huevos el calor y la humedad necesaria (Gómez & Mendoza, 2014, p. 11).

A pesar de que en la incubadora haya una circulación de aire caliente en toda el área, un flujo débil tendera a registrar temperaturas bajas de 35°C. Las diferencias de temperatura pueden ser usadas para detectar los problemas del flujo de aire. Si el aire no

está siendo uniformemente distribuido en toda la incubadora, el resultado es muerte prenatal del pollo (Gómez & Mendoza, 2014, p. 11).

El aire refresca el medio que rodea a los huevos, en algunos casos y en otros contribuye a calentarlo. Por otra parte, el intercambio de aire constante es necesario para la extracción del exceso de calor que pudiera acumularse en el interior del gabinete de incubación y asegurar la pureza del aire. Durante la incubación el huevo absorbe oxígeno y elimina CO<sub>2</sub> en gran cantidad. Solamente un adecuado intercambio de aire garantiza buenos resultados de incubación (Gómez & Mendoza, 2014, p. 11).

La correcta circulación del aire en el gabinete se garantiza mediante el funcionamiento del ventilador, los inyectores o los extractores de aire, las compuertas u orificios de entrada y salida. Para que la circulación de aire sea eficiente es importante también un buen funcionamiento del sistema de volteo, ya que el aire se mueve mejor entre las bandejas, cuando las mismas se hayan en posición inclinada. El sistema de renovación del aire puede ser muy simple, basta con realizar unos pequeños agujeros (de unos 12-20mm) por la zona baja de la incubadora y otros por la parte alta (Gómez & Mendoza, 2014, p. 11).

**Volteo:** El volteo del huevo es de vital importancia para completar la formación de las membranas de la vesícula vitelina y los vasos sanguíneos, además suministrar nutrientes a los órganos extraembrionarios y para eliminar el calor metabólico. En sistemas de incubación de etapa múltiple, el volteo de huevos ayuda a transferir el calor de los embriones mayores a los más jóvenes. Esto requiere un flujo de aire permanente

dentro de la sala de incubación. Además, se sabe que el volteo del huevo interviene en la formación de líquido subembrionario (Reyes, 2015, p. 16).

El huevo, como se ha explicado antes, pierde vapor de agua durante todo el período de incubación, es decir, sufre un proceso de deshidratación. Por este motivo, el embrión está expuesto a pegarse a las membranas internas de la cáscara, lo que puede provocar su muerte, en particular durante los primeros seis días de incubación. El giro debe alcanzar los 90 grados (Ramírez & Hernández, 2009, p. 14).

Por lo tanto el cambio de posición de los huevos durante la incubación ejerce una gran influencia en el desarrollo, pues evita la adherencia de los embriones a las membranas del huevo. Dentro de las incubadoras, los huevos se colocan con el polo obtuso ligeramente elevado y formando un ángulo de 45 a 55° sobre la vertical, ya que la cabeza del pollito normalmente sale por el polo obtuso del huevo (Cabrera, 2015, p. 20).

**Mecanismos de transferencia de calor:** “Existen tres formas de transferir calor: conducción, convección y radiación. Estas pueden estudiarse separadamente, aunque en la incubación y problemas de ingeniería generalmente se observan en conjunto” (Ramírez & Hernández, 2009, p. 15).

(Ramírez & Hernández, 2009) sustentaron que la energía emitida por todos los cuerpos en forma de ondas electromagnéticas debido a su temperatura, viajando a la velocidad de la luz y propagándose aún en el vacío es lo que se define como radiación, la transferencia de calor por radiación es entonces, revisando la definición:

$$Q_{rad} = A_1 * F_{1-2} * \sigma * (T_1^4 - T_2^4)$$

Para los efectos del cálculo y del modelo térmico en la incubadora para estudios en embriones de pollo, este fenómeno de radiación no será analizado debido a que las temperaturas en el sistema son relativamente bajas como para aportar de forma significativa a los cálculos, en comparación con las demás formas de transferir calor, es decir, conducción y convección (Ramírez & Hernández, 2009, p. 15).

El calor suministrado por la fuente interna de la incubadora, es en su mayor parte transferido al aire por convección, mientras que una pequeña parte es transferida por radiación directamente a las partes internas de la incubadora y a las paredes (este último mecanismo de transferencia es de magnitud despreciable) (Ramírez & Hernández, 2009, p. 16).

Adicionalmente de las partes internas se transfiere calor por conducción a los huevos (recíprocamente) y a las paredes del recinto. Así como, por convección se dan calor al aire. Por otro lado el aire recibe (fuente interna), intercambia (huevos y partes internas) y se da (paredes) calor por convección. Por su parte, las paredes se dan el calor que reciben al medio ambiente, por conducción y convección (Ramírez & Hernández, 2009, p. 16).

Estudios recientes indican que siempre hay una diferencia entre la temperatura de la incubadora y la del embrión de pollo dentro del huevo, esto debido además de las sustancias que están dentro del huevo, a una capa estática de aire alrededor del mismo que actúa como un aislante térmico, inversamente proporcional a la velocidad del aire (Ramírez & Hernández, 2009, p. 16).

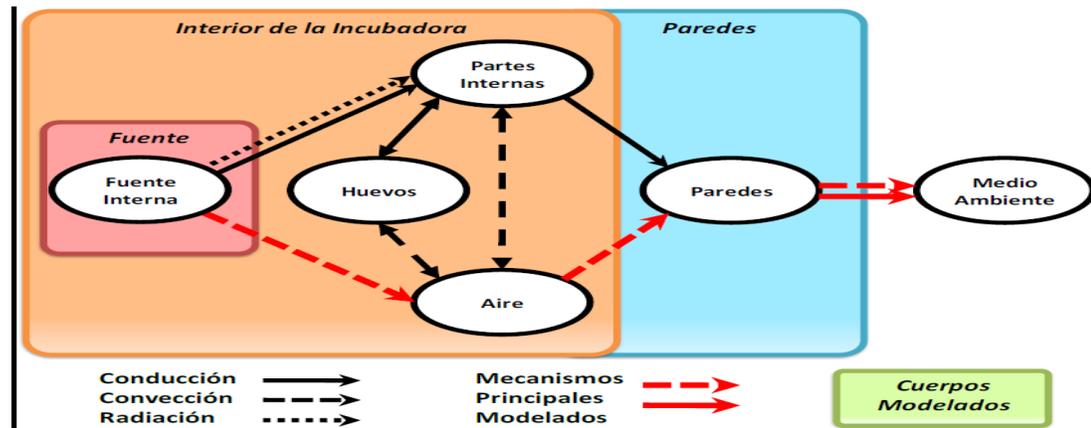


Figura 6. Mecanismo de transferencia de calor entre los componentes de la incubadora.

**Sensores y medición de temperatura:** Un sensor es un tipo de transductor, la diferencia es que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o controlar. En el mercado existen diferentes tipos, ninguno de ellos es el mejor en todas las situaciones de medida, la elección de alguno dependerá del tipo de aplicación para la cual vaya a ser utilizado (Ramírez & Hernández, 2009, p. 20).

Los factores que definen las características de un sensor son diversos, por ejemplo, intervalo de uso, velocidad de respuesta, precisión, deriva y precio. En regulación automática hay que agregar otro: la facilidad de conexión con los reguladores, y en especial con los electrónicos digitales. Este último factor mueve a descartar rápidamente varias alternativas como poco prácticas; por ejemplo, los transductores basados en dilataciones (como los termómetros de mercurio) (Ramírez & Hernández, 2009, p. 20).

**Fuente de energía calórica:** Para dotar de calor dentro de la maquina incubadora se utiliza una resistencia, ya que el foco, además de proporcionar energía térmica, también genera luz, la cual afecta a los pollos recién nacidos. La temperatura, debe mantenerse entre 37,5 - 37,8 grados centígrados (Reyes, 2015, p. 19).

**Panel de control:** El panel de control está ubicado en la parte superior del equipo, y alberga todos los circuitos eléctricos utilizados, así como el depósito de agua y el electro-válvula, los switch de operación del equipo y la pantalla LCD que muestra la temperatura y la humedad relativa como se muestra en la figura 42. En la parte inferior se encuentra la sección de equipos electrónicos como el motor eléctrico del volteo automático cableado de sensores de humedad y temperatura, así como cableado de ventiladores y resistencias eléctricas (Gómez & Mendoza, 2014, p. 43).

**Termostato:** Es una de las piezas fundamentales para que se lleve la incubación a una buena finalización. El termostato es el encargado de regular la temperatura dentro de la máquina, que debe oscilar entre los 37 y 38 grados centígrados. La temperatura ideal de incubación es de 37,7 grados centígrados. Es imprescindible que el termostato tenga la mayor sensibilidad posible para que el encendido y apagado del sistema de calefacción no varíe exageradamente. Este puede ser electromecánico o digital, en el primer caso, necesitaremos colocar un termómetro en el interior del prototipo para verificar que la temperatura se mantenga estable, en el segundo caso, el termostato cuenta con una sonda y un sensor que indica la temperatura que existe dentro de la máquina, y se programa para que se encienda y apague según los requerimientos de temperatura que se necesite (Reyes, 2015, p. 19).

**Ventilador:** El ventilador es al igual que la resistencia un elemento indispensable para el calentamiento del aire al interior del equipo, ya que este renueva las capas de aire adyacentes a la resistencia, evitando el calentamiento excesivo de la misma y su posible

daño. Además permite que todo el aire confinado en el equipo se caliente de forma uniforme evitando puntos fríos (Gómez & Mendoza, 2014, p. 38).

**Fuente de humedad:** “Es necesario que la incubadora cuente con un dispositivo que mantenga cierto nivel de humedad. Para incubadoras pequeñas, (de menos de 200 huevos) la humedad se puede conseguir por la evaporación de agua de una charola metálica o de plástico” (Pollos, 2013, p. 7).

#### **Tipos de incubadoras de huevo:**

**Incubadoras horizontales:** Este tipo de incubadoras fueron las primeras en utilizarse, son de pequeña capacidad, van de 50 a 500 huevos, los huevos se colocan en forma horizontal. Para la industria ya ha pasado a la historia. Actualmente sólo se usan en explotaciones familiares o experimentales. La ventilación es estática, se produce por el calentamiento del aire que sube cuando se calienta y que sale cuando se enfría, y por lo tanto no es uniforme (Pollos, 2013, p. 4).

La humedad se proporciona colocando bandejas con agua. La temperatura, se toma a unos 5 cm del huevo, se coloca el bulbo y se mide la temperatura más alta que es de 37.8° C. La fuente de Calor puede ser eléctrica o con gas. Otra diferencia es que no hay separación entre la fase de incubación y la de nacimiento, se produce todo en el mismo lugar (Pollos, 2013, p. 5).

**Incubadoras verticales:** Casi todas las incubadoras actuales son verticales, ocupan poco espacio y tienen gran capacidad, que puede variar entre 10.000 a 300.000 huevos, son armarios de 3 X 3.5 X 3 m, entran en espacios de 4 X 4 m. Internamente consisten en una serie de bandejas unidas por una varilla dentada, en las bandejas se

colocan los huevos con el polo mayor hacia arriba. Las bandejas permiten el movimiento del huevo hasta 90°, o sea 45° sobre la horizontal para cada lado, con volteos cada 30 minutos. La capacidad del área de incubación es el doble que la del nacimiento (Pollos, 2013, p. 5).

**De circulación interna:** “Son incubadoras en las cuales las personas pueden caminar dentro, son espacios recubiertos con material aislante, al cual se le aporta humedad y temperatura. Su inconveniente es que no se pueden trasladar enteras” (Pollos, 2013, p. 5).

**Manejo del huevo fértil:** Un huevo fértil es un elemento vivo que debe ser transportado con sumo cuidado y precaución desde la granja, en base a unos parámetros técnicos que no perjudiquen el potencial de incubabilidad de este huevo. En la selección de los huevos se debe evitar roturas y reducir las posibilidades de contaminación, así como se muestra en la figura 7. Además se debe considerar el tamaño, las formas diferentes, roturas, limpieza y edad de los reproductores, la desinfección y limpieza se la puede realizar de dos formas, lavado o raspado, también se le realiza una fumigación para reducir la cantidad de bacterias que se alojan en la cáscara, esto ayudará a que la sala de incubación no se contamine con gérmenes patógenos como la salmonella evitando que penetren en el interior del huevo. Posteriormente se le realiza la inmersión en antibióticos con la finalidad de contener las infecciones que puedan provenir del ovario, del oviducto o la cloaca, así como del ambiente externo, recipiente o manipulación (Reyes Reyes, 2015, p. 9).



Figura 7. Tipos de huevos no aptos para la incubación.

**Tipos de huevos:** (Reyes, 2015, p. 10) expone que hay dos tipos de huevos.

- **Huevos Infértiles:** la parte embrionaria de un huevo estéril muestra una acumulación de un material blanco dentro de él.
- **Huevos Fértiles:** El disco embrionario de un huevo fertilizado es semejante a un anillo: la parte del centro es de color claro, el cual albergará al embrión.

**Consideraciones previas a la incubación:** Se deben evitar cambios bruscos de temperatura que afecten al embrión debido a la condensación en el cascarón, por lo tanto, los huevos deben ser aclimatados antes de llevarlos a la incubadora, esta temperatura oscila entre los 75°F y 80°F (23.9°C-26.7°C) con una buena circulación de aire. Es recomendable un periodo de 6 a 12 horas para que los huevos se aclimaten sin importar su temperatura inicial. Otra consideración de gran importancia es la puesta en marcha del

equipo de incubación el cual debe encenderse con un tiempo prudencial que permita la estabilización de los parámetros de control, principalmente el de temperatura (Gómez & Mendoza, 2014, p. 15).

**Características del huevo en proceso de incubación:** Según (Reyes, 2015)

caracteriza el proceso de incubación en el siguiente orden:

- **Día 1.** El disco germinal se encuentra en etapa blastodérmica. La cavidad de segmentación en el marco del área plácida toma la forma de un anillo oscuro.
- **Día 2.** Aparece la primera ranura en el centro del blastodermo. Entre las membranas extraembrionarias se ve la membrana vitelina, que jugará un papel importante en la nutrición del embrión.
- **Día 3.** El embrión está echado sobre su lado izquierdo. Inicia la circulación de la sangre. La membrana vitelina se extiende sobre la superficie de la yema. Se pueden discernir la cabeza y el tronco, así como el cerebro. Aparecen las estructuras cardiacas que comienzan a latir.
- **Día 4.** Desarrollo de la cavidad amniótica que rodeará el embrión, llena con líquido amniótico, protege el embrión y permite que se mueva. Aparece la vesícula alantoidea, juega un papel importante en la reabsorción de calcio, la respiración y el almacenamiento de residuos.
- **Día 5.** Aumento sensible del tamaño del embrión, el embrión tiene forma de C, la cabeza se mueve más cerca de la cola. Extensión de las extremidades. Diferenciación de los dedos de las extremidades inferiores.

- **Día 6.** La membrana vitelina sigue creciendo y ahora rodea a más de la mitad de la yema. Fisura entre los dedos primero, segundo y tercero de las extremidades superiores, y entre el segundo y tercer dedo de las extremidades inferiores. El segundo dedo es más largo que los otros.
- **Día 7.** Adelgazamiento del cuello, que ahora separa claramente la cabeza del cuerpo. Formación del pico. El cerebro entra progresivamente en la región cefálica, progresivamente se hace más pequeño en proporción al tamaño del embrión.
- **Día 8.** La membrana vitelina cubre casi toda la yema. La pigmentación de los ojos es fácilmente visible. Se pueden diferenciar la parte superior e inferior del pico, así como las alas y las piernas. El cuello se estira y el cerebro está completamente ubicado en su cavidad. Apertura del conducto auditivo externo.
- **Día 9.** Aparecen las garras. Brote de los primeros folículos de las plumas. Crecimiento de la alantoides y aumento de la vascularización del vitelo.
- **Día 10.** Las fosas nasales están presente como aberturas estrechas. Crecimiento de los párpados. Extensión de la porción distal de las extremidades. La membrana vitelina rodea completamente la yema. Los folículos de las plumas cubren ahora la parte inferior de las extremidades. Aparece el diente de huevo.

- **Día 11.** La fisura palpebral es de forma elíptica que tiende a ser más delgada. La alantoides alcanza su tamaño máximo, mientras que el vitelo comienza a achicarse. El embrión tiene ahora el aspecto de un pollo.
- **Día 12.** Los folículos de las plumas rodean el meato auditivo externo y cubren el párpado superior. El párpado inferior cubre dos terceras partes, o incluso tres cuartos de la córnea.
- **Día 13.** La alantoides se encoge para convertirse en la membrana corioalantoidea. Aparecen las escamas de las garras y de las piernas.
- **Día 14.** La pelusa cubre casi todo el cuerpo y crece rápidamente.
- **Día 15 y 16.** Pocos cambios morfológicos, el pollo y las plumas siguen creciendo. Se acelera la reducción del vitelo. Desaparición progresiva de la clara de huevo. La cabeza se mueve hacia la posición de picado, bajo el ala derecha.
- **Día 17.** El sistema renal del embrión produce uratos. El pico, que está bajo el ala derecha apunta hacia la celda de aire. La clara de huevo se reabsorbe totalmente.
- **Día 18.** Inicio de la internalización de vitelo. Reducción de la cantidad de líquido amniótico. Este es el momento para la transferencia de la incubadora a la nacedera, y quizás también de la vacunación in ovo.
- **Día 19.** Se acelera la resorción del vitelo. El pico está contra la membrana de la cáscara interior, lista para perforarla.

- **Día 20.** El vitelo está totalmente reabsorbido, se cierra el ombligo. El pollo perfora la membrana de la cáscara interior y respira en la celda de aire. El intercambio de gases ocurre a través de la cáscara, que es porosa. El pollo está listo para eclosionar. Empieza la perforación de la cáscara.
- **Día 21.** El pollo usa sus alas como guía y sus piernas para darse la vuelta y perforar la cáscara en forma circular a través de su diente-huevo, logra salir de la cáscara en 12 a 18 horas y permite que sus plumas se sequen.

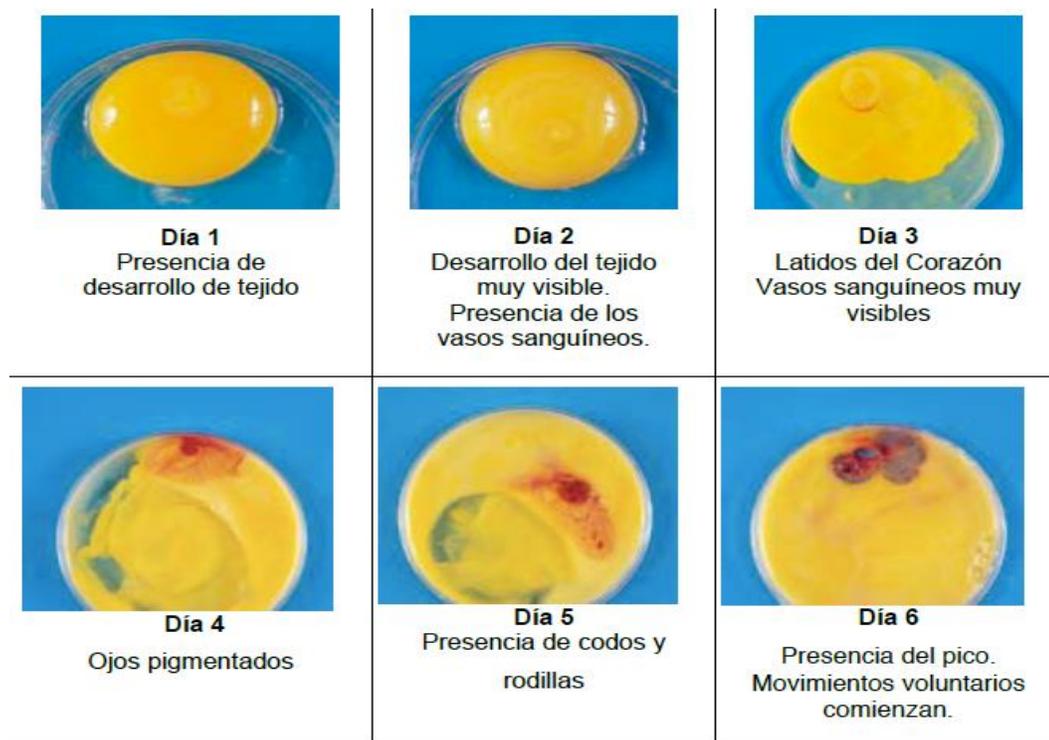


Figura 8. Primeros seis días del desarrollo del embrión.



Figura 9. Desarrollo del embrión del día 7 al día 15.



Figura 10. Últimos seis días del desarrollo del embrión.

**Periodos críticos de incubación:** (Gómez & Mendoza, 2014) mencionarán que en el proceso de los 21 días de incubación existen ciertos periodos que son críticos y deben tomarse muy en cuenta para no perder la producción, estos periodos son:

1. El primero está entre el tercer y cuarto día de incubación y es debido a problemas de los huevos como: falta de fertilidad, poco vigor, consanguinidad, etc. Muchas veces se

utilizan los ovoscopios o mira huevos, aparatos provistos de una luz mediante la cual podemos ver el interior de los huevos a trasluz. Esta operación se realiza entre el quinto y séptimo día de incubación pero para retirar los huevos claros o abortados, más no permite solucionar el problema de fertilidad de los huevos antes de introducirlos a la incubadora.

2. El segundo en los 3 últimos días y es debido a problemas con la regulación del equipo, como: temperatura, humedad, ventilación y/o volteo.

**Tiempo de almacenamiento del huevo:** El almacenamiento del huevo fértil debe ser menor a 7 días, donde la calidad de los componentes del huevo se optimiza, se conserva estable el desarrollo embrionario, favorece la sobrevivencia del embrión y lo más importante se mejora la incubabilidad y calidad del pollito al momento de nacer (Reyes, 2015, p. 13).

### **Marco legal**

#### **Constitución política de Colombia:**

**Artículo 61.** El Estado protegerá la propiedad intelectual por el tiempo y mediante las formalidades que establezca la ley.

**Artículo 71.** La búsqueda del conocimiento y la expresión artística son libres. Los planes de desarrollo económico y social incluirán el fomento a las ciencias y, en general, a la cultura. El estado creara incentivos para personas e instituciones que desarrollen y fomenten la ciencia y la tecnología y las demás manifestaciones culturales y ofrecerá estímulos especiales a personas e instituciones que ejerzan estas actividades.

**Ley 9 de 1979.** “Por la cual se dictan medidas sanitarias”: Esta Ley, da los lineamientos generales necesarios para preservar, restaurar o mejorar las condiciones

necesarias en lo que se relaciona con la salud humana; también reglamenta actividades y competencias de salud pública para asegurar el bienestar de la población.

En el Título VI. Drogas, Medicamentos, Cosméticos y Similares, se plasman los principios de las normativas para los dispositivos médicos, allí mismo se dictan las sanciones que se deriven de las prohibiciones y demás.

En el Título XI. Vigilancia y control, se establecen las medidas de seguridad y sanciones que se deriven del incumplimiento de la misma (Velazco, 2012).

**Universidad Francisco de Paula Santander de Colombia:**

Acuerdo 065 de 1996: El cual establece el estatuto estudiantil que es el regente actual en la institución (superior universitario, 1996).

Artículo 140. El estudiante podrá optar por una de las siguientes modalidades del trabajo de grado:

a. Proyecto de investigación

Monografía

Trabajo de investigación: generación o aplicación de conocimientos sistematización del conocimiento

b. Proyecto de extensión.

Trabajo social.

Labor de consultoría en aquellos proyectos en los cuales participe la universidad.

Pasantía.

Trabajo dirigido.

PARAGRAFO 1. El estudiante podrá optar como componente alterna al proyecto de grado, créditos especiales como cursos de profundización académica o exámenes preparatorios.

PARAGRAFO 2. Para algunos planes de estudio y de acuerdo a sus características el consejo académico podrá obviar la presentación del trabajo de grado.

Artículo 141. El proyecto de grado incluye las siguientes etapas:

a. Presentación del anteproyecto o plan de trabajo según corresponda a la modalidad del proyecto seleccionado.

b. Desarrollo de la investigación o ejecución física del proyecto.

c. Sustancias de la investigación y/o verificación o aval de la realización del proyecto.

PARAGRAFO. Para todas las modalidades de proyecto de grado, el estudiante deberá presentar un informe final avalado por su director.

Artículo 142. Las condiciones y procedimientos para la presentación, desarrollo y evolución de cada una de las modalidades de trabajo de grado, o sus componentes alternas, harán parte de la reglamentación específica de cada facultad, para cada plan de estudios.

PARAGRAFO. La universidad incorporara los trabajos de grado, como componente básico de su hacer y creara bancos de proyectos en los departamentos académicos y en la vicerrectoría asistente de investigación y extensión.

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, presenta a los lectores un documento guía para la adaptación de la última edición del Manual de publicaciones de la American Psychological Association, (Norma APA), para la redacción de trabajos de investigación, trabajos de grado y trabajos de aula. Este documento presenta un resumen de los aspectos de mayor consulta por parte de los estudiantes y docentes de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña en lo referente a contenido, estilo, citación, referenciación, presentación de tablas y figuras, entre otras. (Hoja, Para, & Academico, 2012).

**Normas para ensayos:**

**ASTM:** Por sus siglas Asociación Americana de Ensayo de Materiales, esta asociación radicada en Estados Unidos se encarga de probar la resistencia de los materiales para la construcción de bienes.

**ASTM E1498:** Norma que describe las condiciones a las que debe estar la incubadora para óptimo desarrollo del embrión. (ASTM, ASTM E1498, s.f.).

## Capítulo 3. Diseño metodológico

### **3.1 Tipo de investigación**

Este proyecto tiene un enfoque de investigación proyectiva, debido a que este consiste en crear una posible solución a la problemática planteada y también intenta responder preguntas sobre posibles acontecimientos futuros, cabe decir que en este tipo de investigación se ubican las investigaciones para inventos, programas y diseños por lo que se ocupa de un orden en las actividades para alcanzar los fines adecuadamente.

Esta investigación tiene un enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo) debido a que se basa en una serie de cálculos y mediciones para lograr el diseño correspondiente.

Además se implementara una investigación descriptiva porque mediante el fundamento teórico se pretende responder a las preguntas: quien, que, porque, donde, cuando y como diseñar un sistema para incubación de huevos.

### **3.2 Población**

En esta investigación la población objeto del estudio será los conceptos de máquinas incubadoras y nacederas de huevos y todos sus elementos de diseño asociados con el fin de obtener información para su construcción, todo suministrado por el fundamento teórico y asesorías si se requiere.

### **3.3 Muestra**

Se recopilaran datos arrojados por bases teóricas que se han tenido a lo largo de la carrera, mediante recomendaciones de asesores y documentación bibliográfica para determinar los requerimientos para el desarrollo del diseño del sistema simultaneo de incubadora y nacedera.

### 3.4 Fases del proyecto de investigación

Fases para el desarrollo de la propuesta cumpliendo los objetivos específicos: Se formula cada una de las fases y sus respectivas actividades a fin de dar solución al problema de investigación, las cuales son:

**Fase I.** Estudiar el estado del arte sobre el proceso y dispositivos ya usados en la industria a nivel internacional, nacional y local para la obtención de polluelos de codornices u otros seres semejantes.

- Investigación en artículos científicos relacionados con la construcción de modelos funcionales de incubadoras y nacederas para huevos.
- Análisis de los tipos de montajes realizados, materiales utilizados y funcionamiento de los sistemas construidos.
- Análisis de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas en cuanto al desarrollo de los polluelos.

**Fase II.** Simular el modelo geométrico seleccionado con ayuda del software SolidWorks y Ansys las condiciones como temperatura y flujo de aire dentro del equipo.

- Dibujar las partes del modelo geométrico establecido para el sistema de incubadora y nacedera para el posterior ensamble y estudio de ingeniería de detalle para el sistema simultaneo.
- Diseñar el sistema de caja y bandejas donde se posicionaran los huevos.
- Diseñar el sistema de volteo de las bandejas.
- Simular las condiciones ambientales como temperatura y flujo de aire dentro de los modelos ensamblados.

**Fase III.** Construir el sistema de incubación y nacedera para los huevos de codornices a partir del diseño establecido.

- Seleccionar el material para toda la estructura y elementos de sujeción
- Seleccionar el motor para el sistema de volteo
- Seleccionar el controlador automático de temperatura, humedad y volteo.
- Seleccionar las resistencias eléctricas para el sistema de calefacción.
- Seleccionar los patines para los dispositivos.

## Capítulo 4. Desarrollo del proyecto por medio de las actividades propuestas

### **4.1 Fase I: Estudiar el estado del arte sobre el proceso y dispositivos usados en la industria a nivel internacional, nacional y local para la obtención de polluelos de codornices u otros seres semejantes.**

Mediante las actividades de esta fase que se detallan a continuación, se dió cumplimiento al primer objetivo.

**4.1.1 Investigación en artículos científicos relacionados con la construcción de modelos funcionales de incubadoras y nacederas para huevos.** Para desarrollo de esta actividad se realizó una investigación en las bases de datos las cuales son:

Science Direct: Búsqueda de revistas revisadas por pares, artículos, capítulos de libros y contenido de acceso abierto (<http://infobib.blogspot.com.co/2010/01/scopus-y-science-direct-que-utilizar.html>)

Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal impulsada por la UAEM para la difusión de la ciencia en acceso abierto (“Redalyc,” n.d.).

Scopus: Es la base de citas y citas más grandes del mundo de literatura de investigación revisada por pares. Con más de 22000 títulos de más de 5000 editores internacionales (<http://infobib.blogspot.com.co/2010/01/scopus-y-science-direct-que-utilizar.html>)

Con base en lo encontrado en esta bibliografía se puede decir que la avicultura al igual que muchas otras actividades en el mundo es de importancia sobre todo para la modernización de técnicas de incubación artificial. Quizás en un principio era difícil obtener polluelos por un método diferente al natural, todo hasta que el hombre encontró la forma de adecuar las condiciones ambientales en sistemas mecánicos que permitieran dar vida de forma artificial, dándole un respetable enfoque a la ingeniería, administración de recursos y demás en vista de que estas técnicas mejoran de forma significativa la rentabilidad y economía de las granjas que trabajan con esta parte del sector agrícola.

También se puede decir que se ha mostrado interés en las personas que trabajan con la avicultura en el desarrollo de diferentes tipos de “aves” siendo los huevos de gallina los más comunes, porque es este el uno de los productos que más se consume en todo el mundo o por lo menos en toda Latino América (Campaña, 2010).

**4.1.2 Análisis de los tipos de montajes realizados, materiales utilizados y funcionamiento de los sistemas construidos.** En un primer sistema estudiado se utilizó acero inoxidable para todo el cuerpo de la incubadora con el fin de evitar el origen de agentes que sean posibles contaminantes para los huevos una vez dentro, además es un material que estéticamente hace lucir bien el diseño. Las muestras ensayadas correspondían a huevos de codornices que se incubaron durante un intervalo de 17 y 19 días y cuyas condiciones ambientales y ángulo de volteo son 37.5 grados centígrados, 49.86 por ciento de humedad relativa y 45 grados de ángulo de giro para cada lado cada seis horas durante los primeros 14 días, luego no se hace necesario el giro en el sistema.

A continuación la Tabla 1 permite ver los parámetros de incubación (Badli Ramli, Peng Lim, Saidin Wahab, & Mohd Zin, 2015).

El funcionamiento del sistema se basó en controlar automáticamente la temperatura y humedad a través de sensores, los datos de entrada se manipularon desde una interfaz, una bobina se usa como calentador para mantener la temperatura, y un ventilador que permite el escape del aire y una cantidad de agua puesta dentro de la incubadora permitió controlar el porcentaje de humedad. Por consiguiente, el volteo de las bandejas donde se sitúan los huevos se hizo posible gracias a un sistema de transmisión por banda a partir de un motor de corriente directa (Badli Ramli, Peng Lim, Saidin Wahab, & Mohd Zin, 2015).

Tabla 1  
*Parámetros de incubación*

<b>Incubation Conditions</b>				
<b>Stage</b>	<b>Temperature</b>	<b>Turn eggs 180°</b>	<b>Humidity (RH%)</b>	<b>Vent opening (%)</b>
Earlier stage (1 to 7 day)	Mean temperatura: 37.5 +/- 0.5	Every 6 hours	40 – 63	0 – 20
Middle (8 to 14 days)			44 – 63	20 – 50
Final stage (15 to 17 days)		No rotation	48 – 63	50 – 100

Nota. (Badli Ramli, Peng Lim, Saidin Wahab, & Mohd Zin, 2015)

Un siguiente diseño de incubadora para huevos de gallina abarcó diferentes análisis partiendo de un análisis estático que involucra el peso promedio del huevo, las bandejas construidas con acero A-36 contarán con un eje central puesto entre las seis filas que permite que el peso de lado y lado sea igual, un siguiente análisis es el dinámico basado en que el volteo del sistema se debe realizar cada 4 horas y que calcular las velocidades

es necesario para que los huevos no se disparen al momento de girar; a partir del movimiento circular generado se obtiene el valor de una fuerza centrífuga y de una fuerza de rozamiento con un cálculo previo de la velocidad lineal a partir de la energía cinética, se escoge un tiempo de 5 segundos para efectuar el giro debido a que en este tiempo la fuerza total no es mayor a la fuerza normal. El mecanismo de volteo se efectuó a partir de un resorte ubicado en la primera parrilla de cinco existentes que hace el trabajo de subir las parrillas y luego una leva de rodillo hará bajarla; se hace una selección de motor teniendo en cuenta que el torque de salida debe ser mayor al torque requerido por lo que se escogió uno de  $\frac{1}{4}$  Hp con 1730rpm. Como el sistema es una construcción de dos en uno como se muestra en la Figura 11 se hizo un diseño de transmisión por bandas partiendo de la relación de velocidades hasta la selección del tipo de banda, para terminar el análisis mecánico se calculó el diámetro del eje cuyo valor aproximado es 15.75 mm (Erazo, 2016).

“Para el diseño automatizado se ubicaron dos temporizadores y dos sensores uno para la temperatura y otro para la humedad relativa” (Erazo, 2016).

Para el análisis de transferencia de calor se dice que el interior de la incubadora se debe mantener a 37 grados Celsius y que la fuente de calor fue una niquelina eléctrica que con la ayuda de un ventilador permiten dar calor al aire interno en la incubadora y con las propiedades térmicas de conductividad y convección se calcula la magnitud de calor transferido siendo de 2.18KW (Erazo, 2016).

“Por último se hizo una simulación térmica y efectivamente la parte que muestra mayor temperatura a la salida de flujo de niquelina” (Erazo, 2016).

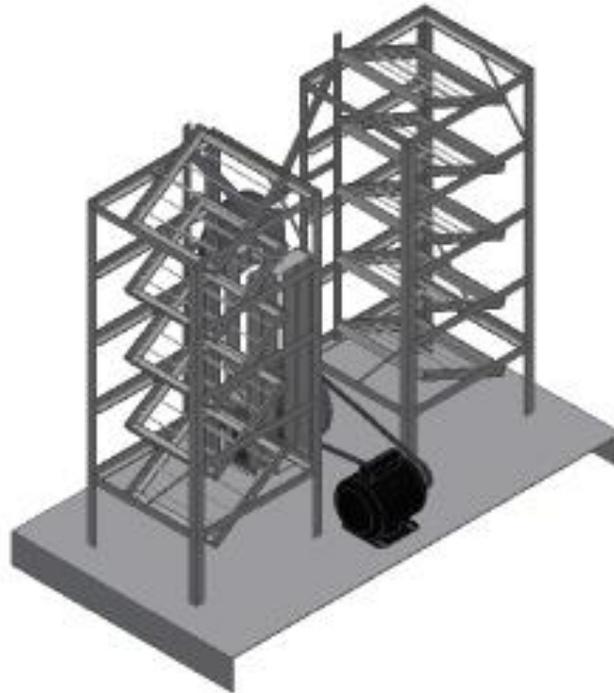


Figura 11. Sistema doble de la parte interna de la incubadora.

En otro sistema de incubación para huevos de gallina donde las condiciones ambientales de temperatura estaban entre 37 y 38 grados centígrados y la humedad relativa entre el 50 y 55% los primeros días, para luego ser regulada los últimos tres días, la temperatura se disminuyó en 2 grados y la humedad aumentó en un 30% hasta que nazca el polluelo y luego disminuirla para que el recién nacido se pueda secar. También se resaltó la importancia de posicionar el huevo adecuadamente en las bandejas, es decir, los huevos debieron ser puestos con el polo fijo hacia abajo. Para el sistema de volteo se estimó que es necesario durante los primeros 14 días con una frecuencia de cada 2 horas en un ángulo de 45 grados para cada lado. También el tamaño de los huevos es importante, si se incuban huevos con peso menor a 50 gramos el desarrollo embrionario se hace más difícil y los polluelos serán pequeños, débiles y los huevos con peso mayor a

60 gramos presentan dificultades en el proceso de incubación debido a que este se alarga, corren el riesgo de terminar deshidratados debido a que su membrana es más delgada de lo normal (Cabrera, 2015).

El mecanismo de volteo arranca inicialmente con un motor de 5W a 3RPM que combinó y accionó un sistema reductor de velocidad de Catarina que redujó la velocidad a 1RPM, siendo la corona la que estaba sujeta a un eje empotrado con rodamientos y pernos en la viga de soporte que a su misma vez contenía un sistema de biela-manivela para accionar el volteo. El eje que actuó como biela termina roscado y la posición centrada de la leva se fijó con una tuerca que es la encargada de empujar al elemento antes mencionado y a la barra conectora que contiene otras levas; estas levas previamente diseñadas y cuyas fuerzas de carga calculadas fueron representadas en diagramas de cuerpo libre para su mejor comprensión tienen la función de sostener los estantes con las bandejas desde dos extremos. Aunque no se representaron las dimensiones de la biela o la manivela estas estuvieron sujetas a un control de giro de 45 grados (Cabrera, 2015).

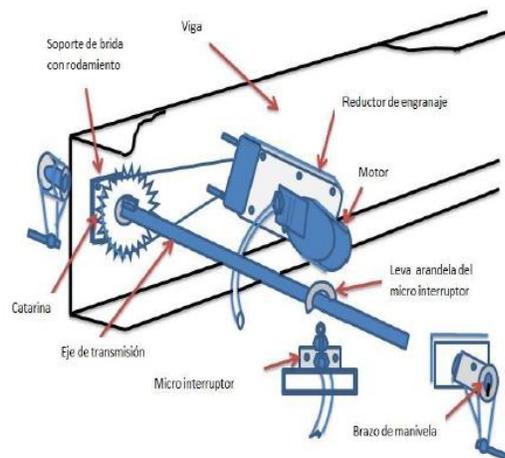


Figura 12. Sistema de transmisión para el mecanismo de volteo.

El fundamento teórico que muestra una referencia data el inicio de las incubadoras se dio en los Estados Unidos entre 1950 y 1960, pero es hasta la década de los 70 cuando ocurre el colapso industrial y desde entonces se utiliza además como una herramienta probada para la creación de fuentes de trabajo. Se manifiesta que la primera incubadora de empresas data en 1951 con un establecimiento que inicio como un parque industrial y posteriormente se convirtió en un parque tecnológico e cooperación con la Universidad de Stanford (Alba, 2015).

**4.1.3. Análisis de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas en cuanto al desarrollo de los polluelos.** En todos los desarrollos de sistemas de incubación para cualquier tipo de especie se tiene en común que los factores más importantes para un buen desarrollo de los embriones son la temperatura, la humedad y el volteo, este último necesario para evitar que las membranas embrionarias se adhieran a la membrana de la cascara y no se provoque la muerte del polluelo. El sistema de automatización puede variar dependiendo los requerimientos del fabricante, en algunos se trabajó con ayuda de un software como por ejemplo LabView cuyos datos se corroboran con el uso de sensores, en otros con ayuda de microcontroladores automáticos con sistema de adaptación a sensores.

Todos los trabajos también coinciden en que una vez puestos los huevos por las aves madres se debe esperar entre 4 y 6 días para incubarlas, además de eso solo en los últimos días ya no es necesario el volteo de los huevos; el volteo se hace funcionar 4 días después de estar encendida la máquina de incubación; en el caso de los huevos de codornices que se deben incubar durante 18 días se maneja de la siguiente manera: los

primeros 14 días estarán en la incubadora a una temperatura y humedad específica y los restantes 4 días serán trasladados a la nacedera que se diferencia de la incubadora en dos cosas, la primera es que se deben modificar las condiciones ambientales y la segunda que no tiene sistema de volteo.

También el material más utilizado para la construcción del sistema, sobre todo las bandejas donde se posicionaran los huevos es el acero inoxidable porque este es un material resistente a factores como la corrosión, da buena presentación, es fácil de manipular y entre otras cosas que permiten que el área de reproducción de los seres esté libre de bacterias u otro cualquier fenómeno que pueda afectar la excelente continuación del proceso.

#### **4.2 Fase II: Simular el modelo geométrico seleccionado con ayuda del software**

**SolidWorks y Ansys las condiciones como temperatura y flujo de aire dentro del equipo.**

**4.2.1. Dibujar las partes del modelo geométrico establecido para el sistema de incubadora y nacedera para el posterior ensamble y estudio de ingeniería de detalle para el sistema simultaneo.** En el anexo B se documenta de forma ordenada y explicada la creación del modelo geométrico establecido.

#### **4.2.2. Diseñar el sistema de caja y bandejas donde se posicionaran los huevos.**

Cada 5 días la granja recolecta 10000 huevos en promedio, es decir en un promedio por día de 2000 huevos, pero de esta cantidad solo se incuban 6000 huevos por razones de clasificación y también de comercialización; al coche se le adaptaran 6 bandejas, en cada

una se podrán posicionar entre 900 y 1000 huevos en promedio de acuerdo con los cálculos a continuación.

“Los huevos de codornices pesan en promedio 10 gramos midiendo 3.14cm en su diámetro longitudinal y 2.41cm en su diámetro transversal” (Heredia Enriquez & Proaño Cusicagua, 2009, p. 9).

Teniendo en cuenta que un huevo es un ovoide y que se conoce la ecuación para calcular el área de un ovalo y la desviación del huevo, se puede obtener un valor cercano promedio al área del huevo que se justifica de la siguiente manera:

$$A_{Ovalo} = r_1 * r_2 * \pi$$

$$A_{Ovalo} = (1.57cm) * (1.205cm) * \pi$$

$$A_{Ovalo} = 5.94cm^2$$

Ahora, teniendo en cuenta la desviación del huevo que corresponde al 0.24, se tiene:

$$A_{h-promo} = A_{Ovalo} * (1 - 0.24)$$

$$A_{h-prom} = (5.94cm^2) * (0.76)$$

$$A_{h-prom} = 4.51cm^2$$

Las bandejas tienen las siguientes medidas:

Largo: 6.5 cm

Profundo: 84 cm

Ancho: 50 cm

$$A_{bandeja} = Ancho * Profundo$$

$$A_{bandeja} = 50 cm * 84cm$$

$$A_{bandeja} = 4200 \text{ cm}^2$$

De esta forma se puede calcular la cantidad de huevos en promedio que se pueden posicionar en cada bandeja, así:

$$N_{huevos} = \frac{A_{bandeja}}{A_{h-prom}}$$

$$N_{huevos} = \frac{4200 \text{ cm}^2}{4.51 \text{ cm}^2}$$

$$N_{huevos} = 932 \text{ huevos}$$

El marco (estructura externa) tiene las siguientes dimensiones:

Largo: 150cm

Ancho: 70cm

Profundo: 120cm

El carro (estructura interna) tiene las siguientes dimensiones:

Largo: 130cm

Ancho: 55cm

Profundo: 90cm

**4.2.3. Diseñar el sistema de volteo de las bandejas.** El volteo será diseñado en base a un mecanismo de biela-manivela impulsado por un motor que será seleccionado con respecto a la velocidad estipulada y las medidas en cuanto a la ubicación de los componentes.

Una platina de acero 1020 con un largo de 90cm conecta a todas las bandejas (seis en total, con una separación entre sí de 11cm) a una distancia de 37.5cm de la siguiente manera (la figura ilustra las dos primeras bandejas del sistema):

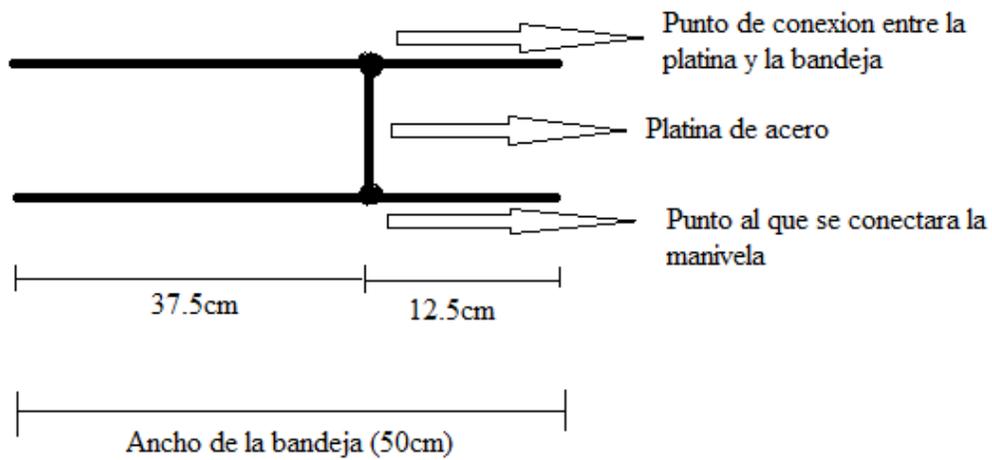


Figura 13. Ubicación de la barra de volteo en las bandejas.

Teniendo en cuenta que el ángulo máximo de volteo para lado y lado de la bandeja corresponde a 45 grados, entonces se calcula la distancia máxima que recorre el punto al cual está fijado la platina de acero desde la primera bandeja:

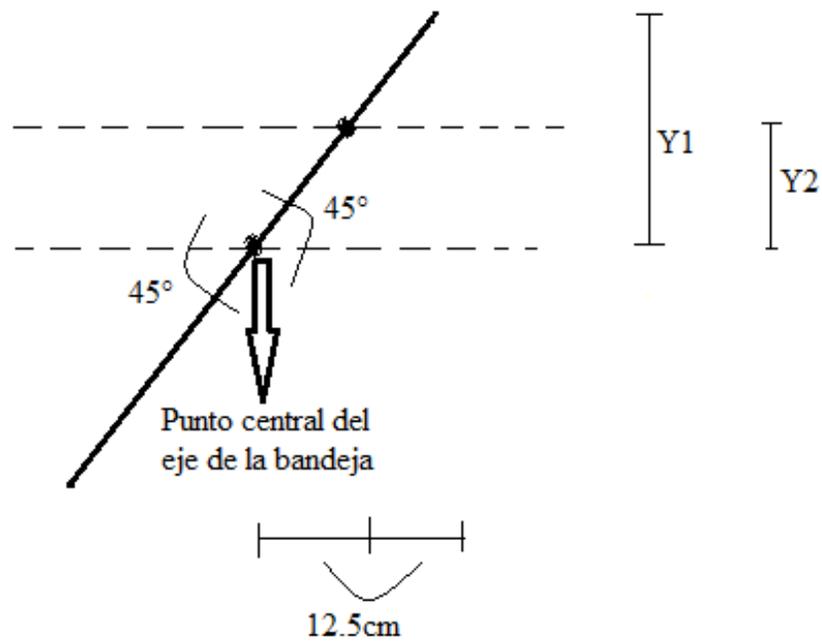


Figura 14. Vista del giro en una bandeja con sus desplazamientos.

Calculando Y1:

$$\sin 45 = \frac{Y1}{25cm}$$

$$Y1 = (\sin 45) * (25cm)$$

$$Y1 = 17.68cm$$

Calculando Y2:

$$\sin 45 = \frac{Y2}{12.5cm}$$

$$Y2 = (\sin 45) * (12.5cm)$$

$$Y2 = 8.84cm$$

Siendo  $Y_2$  el desplazamiento máximo hacia arriba y hacia abajo del punto de conexión de la platina y la bandeja.

La siguiente figura representara la ubicación del motor y de los componentes del sistema de biela-manivela, se hace la consideración de que la manivela tenga una medida de 5cm de largo y a partir de esto se calcula la medida de la biela.

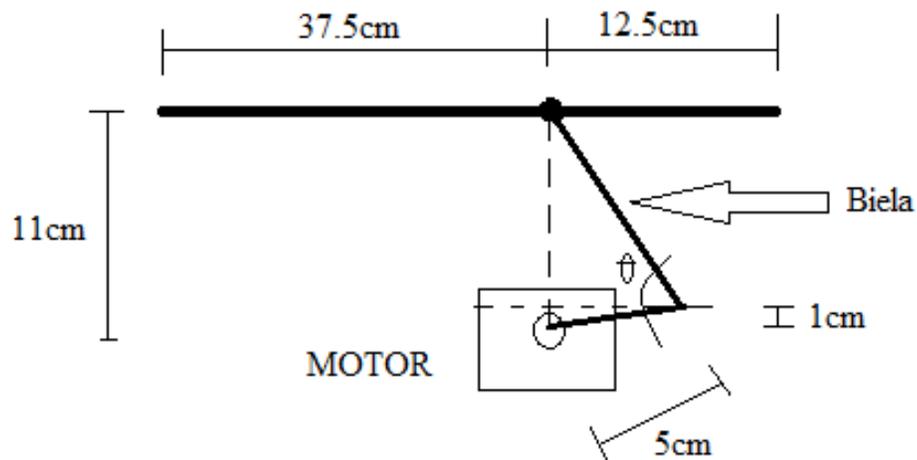


Figura 15. Ubicación del motor de volteo, de la biela y la manivela.

Para determinar el tamaño de la biela se empezara por analizar el triángulo inferior:

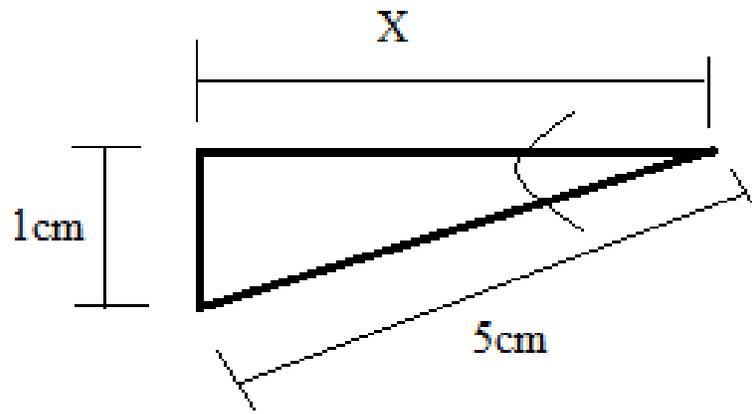


Figura 16. Triangulo inferior para el cálculo de X.

Calculando la distancia X se tiene:

$$h^2 = (1cm)^2 + X^2$$

Despejando X, se tiene:

$$X = \sqrt{(5cm)^2 - (1cm)^2}$$

$$X = 4.89cm$$

Calculando el ángulo que será denominado  $\alpha$ :

$$\sin \alpha = \frac{1cm}{5cm}$$

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{1cm}{5cm}\right)$$

$$\alpha = 11.54^\circ$$

Luego, se procederá a calcular el tamaño de la biela con el triángulo superior:

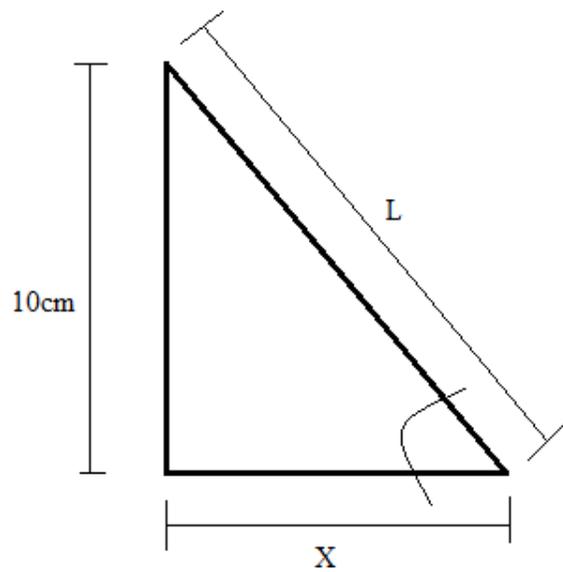


Figura 17. Triangulo superior para el cálculo de L.

Siendo L la medida que corresponde a la biela del sistema.

$$L^2 = (10cm)^2 + X^2$$

$$L = \sqrt{(10cm)^2 + (4.89cm)^2}$$

$$L = 11.13cm$$

Luego, calculando el ángulo  $\sigma$  formado por la biela y su respectiva horizontal, se tiene:

$$\tan \sigma = \frac{10cm}{4.89cm}$$

$$\sigma = \tan^{-1} \frac{10cm}{4.89cm}$$

$$\sigma = 63.94^\circ$$

Para obtener un ángulo  $\theta$  igual:

$$\theta = \alpha + \sigma$$

$$\theta = 11.54^\circ + 63.94$$

$$\theta = 75.48^\circ$$

Para determinar la velocidad de los componentes se partirá de la previa selección de un motor de baja velocidad de 1RPMa directamente conectado a la manivela. Esta velocidad se representara como V1.

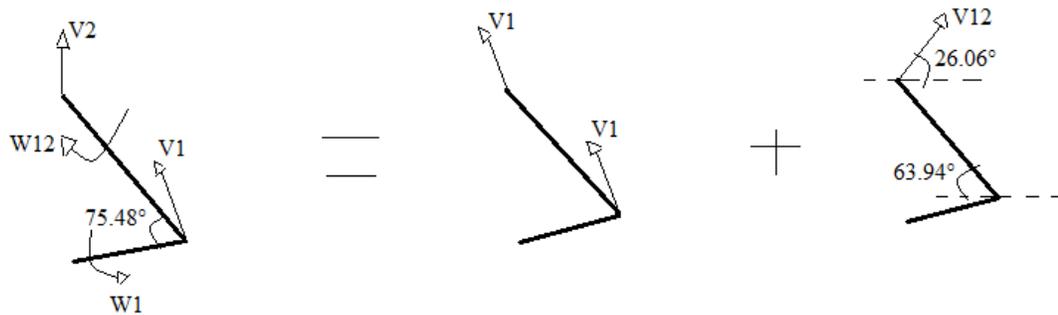


Figura 18. Análisis dinámico de velocidades.

Con esto se plantea un triángulo de velocidades y dar resultado a cada una, así:

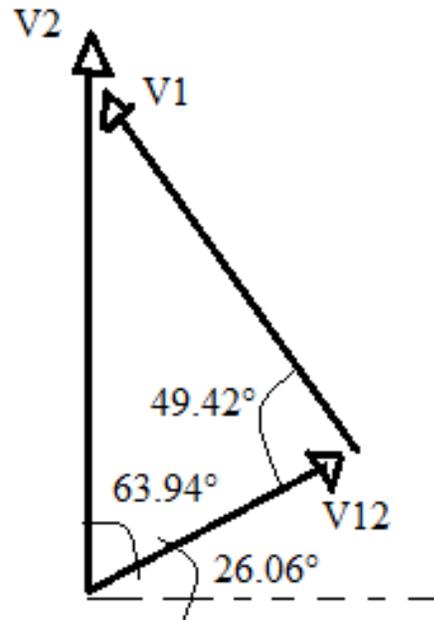


Figura 19. Triangulo de velocidades.

Calculando la velocidad V1 a partir de la velocidad del motor (W1):

$$W1 = 1 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi}{1rev} * \frac{1min}{60seg}$$

$$W1 = 0.1047rad/seg$$

$$V1 = W1 * r1$$

$$V1 = \left( \frac{0.1047rad}{seg} \right) * 5cm$$

$$V1 = 0.5235cm/seg$$

Calculando la velocidad relativa:

El valor del ángulo restante en el triángulo de velocidades correspondes a  $180^\circ$  menos la suma de los dos conocidos, es decir,  $66.64^\circ$ .

Aplicando la ley de senos se tiene:

$$\frac{V1}{\text{sen}63.94} = \frac{V12}{\text{sen}66.64}$$

$$V12 = \frac{V1 * \text{sen}66.64}{\text{sen}63.94}$$

$$V12 = \frac{\left(\frac{0.5235\text{cm}}{\text{seg}}\right) * \text{sen}66.64}{\text{sen}63.94}$$

$$V12 = 0.5349\text{cm}/\text{seg}$$

Calculando la velocidad de la biela en base al triángulo de velocidades y aplicando la ley de los senos, se tiene:

$$\frac{V1}{\text{sen}63.64} = \frac{V2}{\text{sen}49.42}$$

$$V2 = \frac{V1 * \text{sen}49.42}{\text{sen}63.64}$$

$$V2 = \frac{\left(\frac{0.5235\text{cm}}{\text{seg}}\right) * \text{sen}49.42}{\text{sen}63.64}$$

$$V2 = 0.4437\text{cm}/\text{seg}$$

Calculando la velocidad angular en RPM:

$$W2 = \frac{V2}{r_2}$$

$$W2 = \frac{0.4437\text{cm}/\text{seg}}{11.13\text{cm}} * \frac{1\text{REV}}{2\pi} * \frac{60\text{seg}}{1\text{min}}$$

$$W2 = 0.38\text{RPM}$$

**4.2.4. Simular las condiciones ambientales como temperatura y flujo de aire dentro de los modelos ensamblados.** Para cumplir con esta actividad se efectúan mediciones de temperatura con ayuda de un termómetro en cada una de las bandejas en la posición delantera y trasera con la intención de determinar en cual bandeja se obtiene un mejor valor aproximado a la temperatura de operación, que corresponden a 37,7 grados centígrados para la ubicación del sensor.

En la Tabla 2 se muestra el registro de datos de temperatura en grados centígrados:

Tabla 2  
*Registro de temperaturas*

<b>BANDEJA</b>	<b>POSICION DELANTERA</b>	<b>POSICION TRASERA</b>
1	38	37
2	37.6	37.7
3	37.6	38.5
4	38	38.5
5	38	38.3
6	38	38.5

La tabla permite observar que la mejor temperatura de trabajo se da en la zona donde se ubican las bandejas dos y tres.

Con ayuda de Ansys se efectúa la simulación de temperatura y flujo de aire.

En primer lugar se hace un dibujo del contorno (Figura 20), teniendo en cuenta la ubicación de los ventiladores, las resistencias y también la lámina puesta anterior a las bandejas, esta lamina tiene la función de no dejar que el aire golpee directamente los huevos por la parte trasera, permitir que esto ocurriera afectaría la vida del embrión debido a que la membrana se secaría y posteriormente se desintegraría.

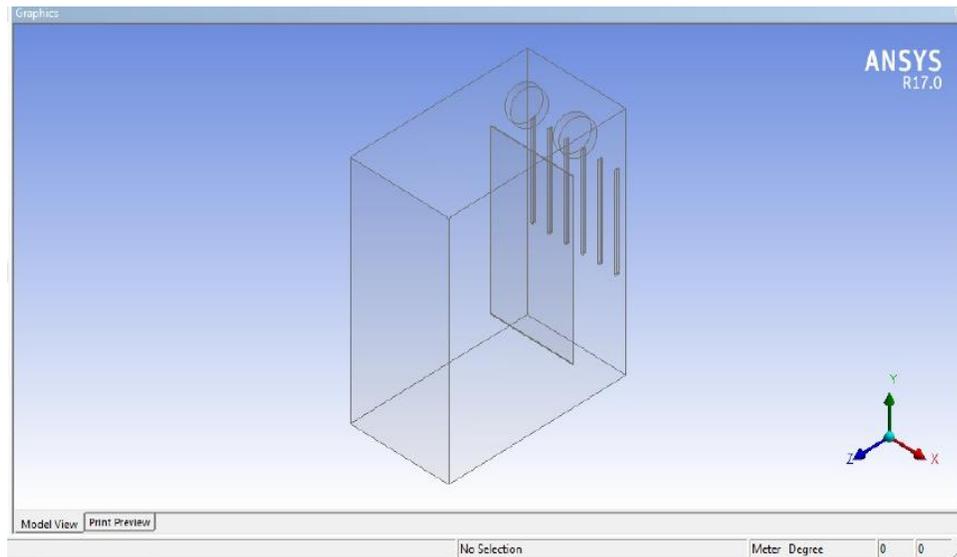


Figura 20. Dibujo de contorno 1.

En la figura 21 se establecen los puntos de entrada y salida del aire, teniendo en cuenta el sentido de giro de los ventiladores.

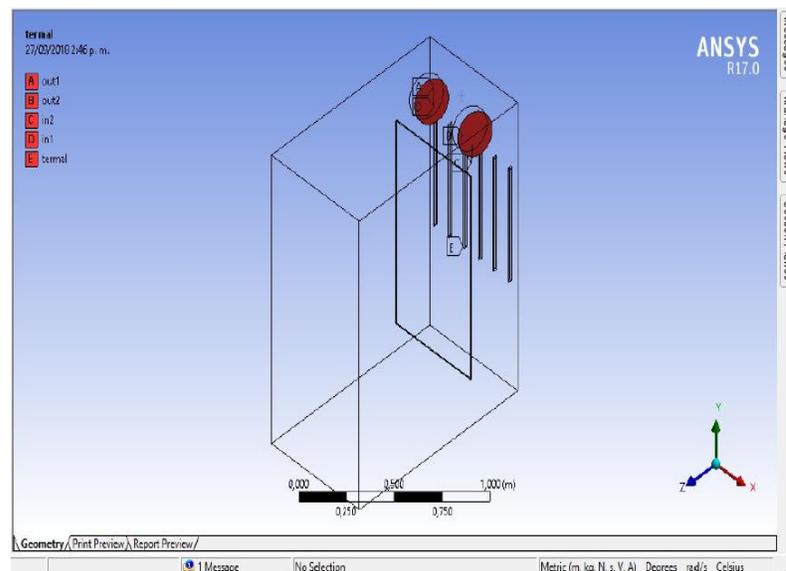


Figura 21. Dibujo de contorno 2.

Luego se selecciona el fluido de trabajo como muestra la Figura 22, para este caso aire, en la figura se muestra como Ansys permite ver las magnitudes en algunas propiedades del fluido.

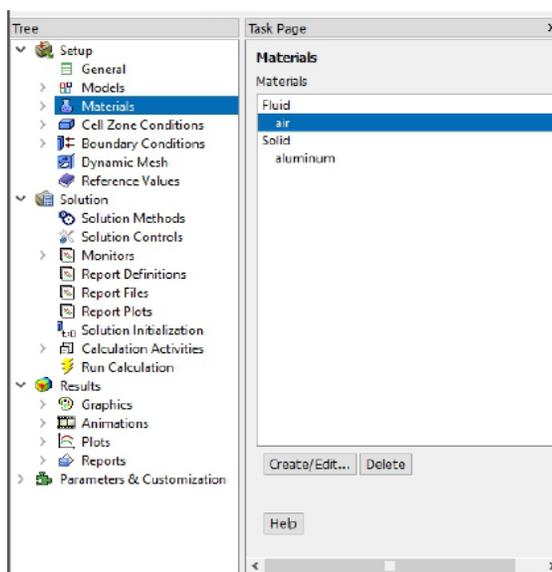


Figura 22. Selección del fluido de trabajo.

En la Figura 23 se pueden apreciar las magnitudes de las propiedades del aire, información arrojada por Ansys.

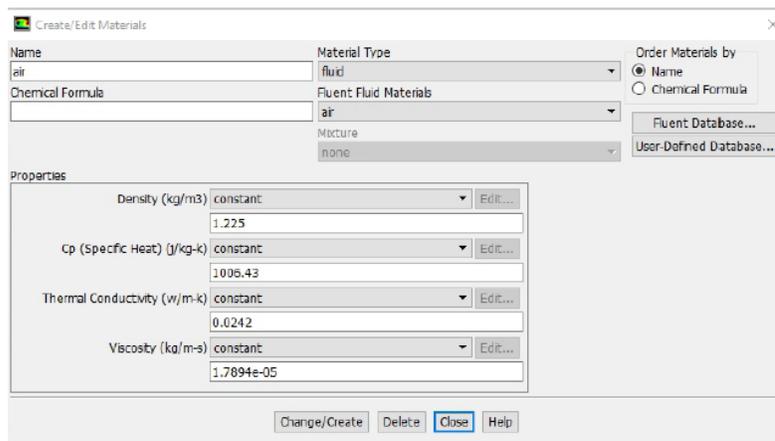


Figura 23. Propiedades del fluido de trabajo.

Se procede a ingresar los parámetros de entrada y salida de velocidad del ventilador (Figura 25, 26, 27 y 28), para obtener esta información se realizó una previa medición de la velocidad de flujo con un termo-anemómetro. Este ensayo se hizo con ayuda de un pliego de cartulina en forma de túnel y se obtuvo un dato de 4m/seg.



Figura 24. Calculo del flujo de aire con el anemómetro.

Como los ventiladores son exactamente iguales se toman los mismos datos de entrada y salida.

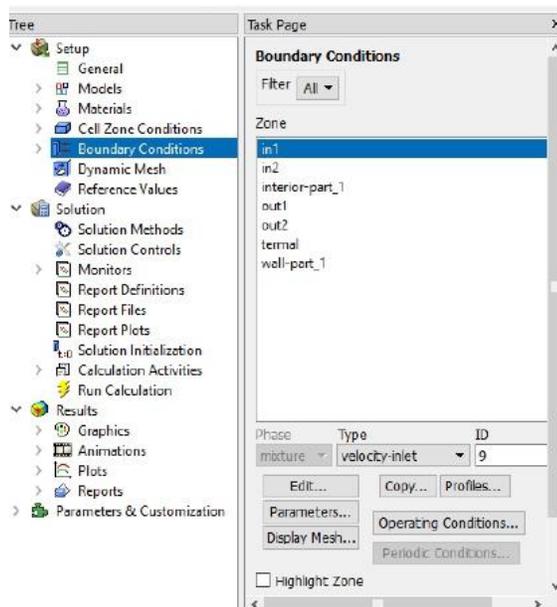


Figura 25. Parámetros de entrada para el ventilador.

Cabe mencionar que el dato de entrada se ingresa de forma negativa, Ansys es un software que trabaja con datos vectoriales para este caso el dato de entrada es negativo.

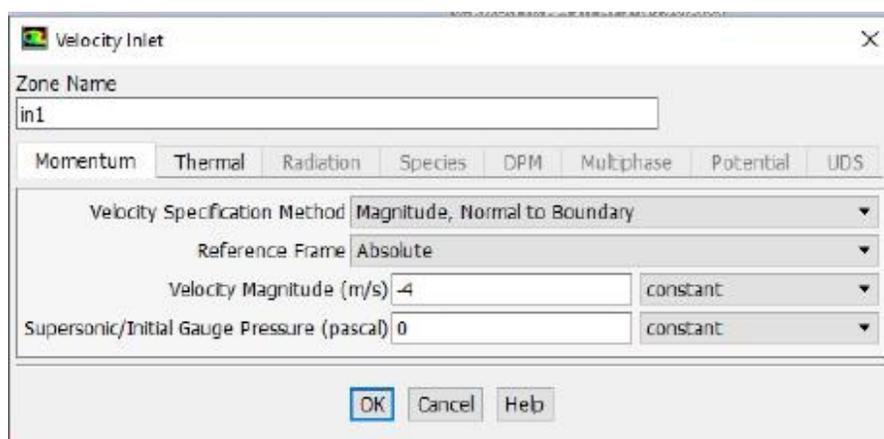


Figura 26. Ingreso del parámetro de velocidad a la entrada.

Así mismo, para ingresar el dato de salida.

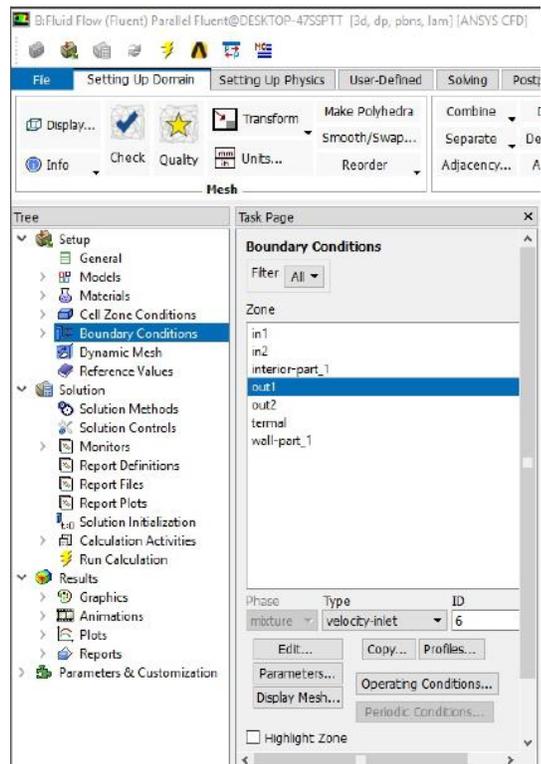


Figura 27. Parámetros de salida para el ventilador.

El dato de salida se ingresa con signo positivo.

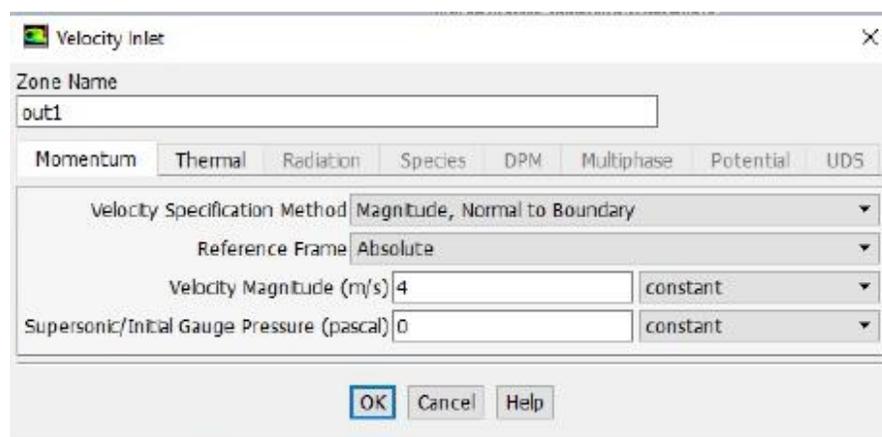


Figura 28. Ingreso del parámetro de velocidad a la salida.

Para el dato de la temperatura, se decide ingresar un valor bastante alto, mucho superior a la temperatura de trabajo con la idea de no tener afectaciones en los datos que mostrara la simulación como se aprecia en la Figura 29 y 30.

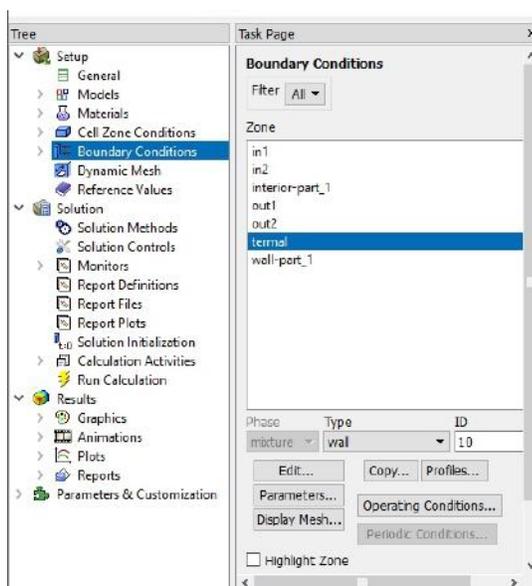


Figura 29. Parámetro de temperatura.

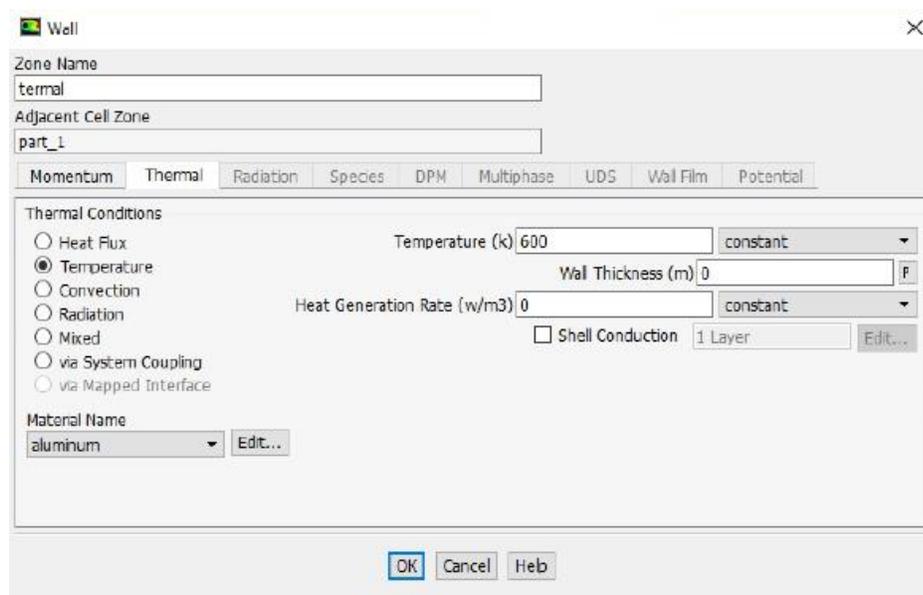


Figura 30. Ingreso del parámetro de temperatura.

La Figura 31 muestra el mallado desarrollado por la interfaz de Ansys.

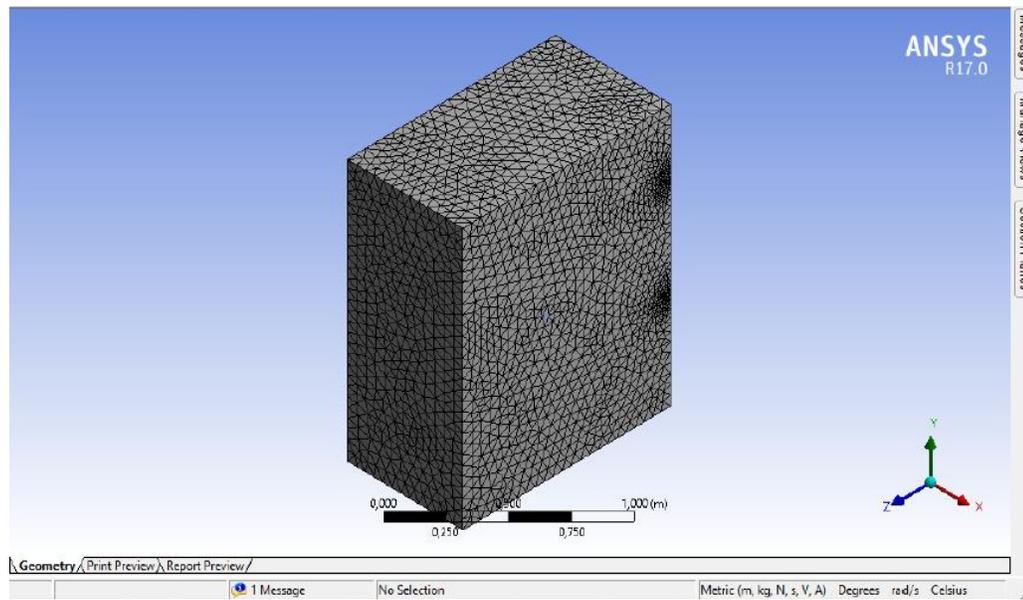


Figura 31. Mallado del contorno.

La Figura 32 muestra el mallado en un corte de sección.

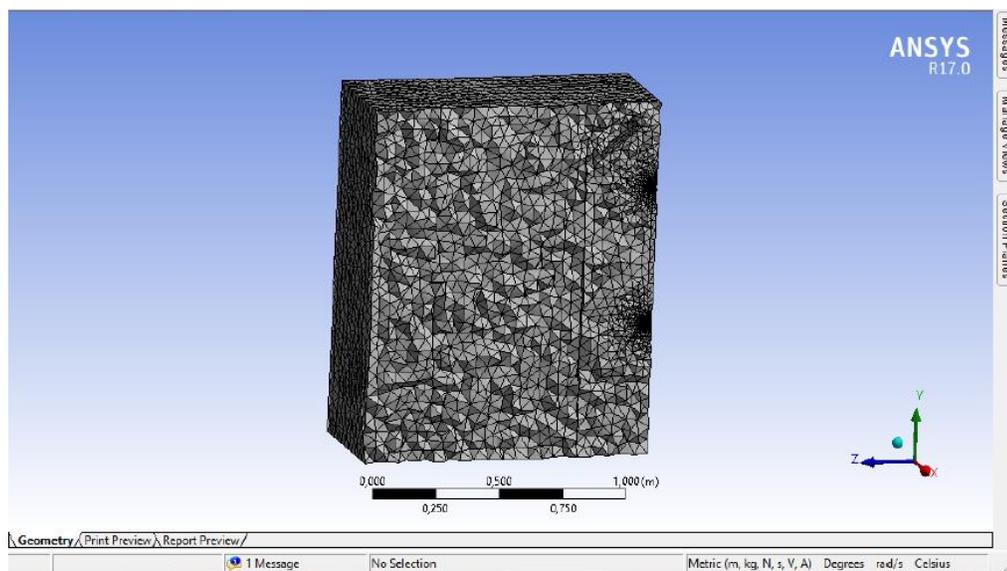


Figura 32. Corte de sección en el mallado de contorno.

En la Figura 33 y 34 se refleja el contorno para el comportamiento del flujo de aire en el ventilador número 1 en dos vistas, la primera un plano lateral y la segunda una vista isométrica, la escala se representa en velocidad.

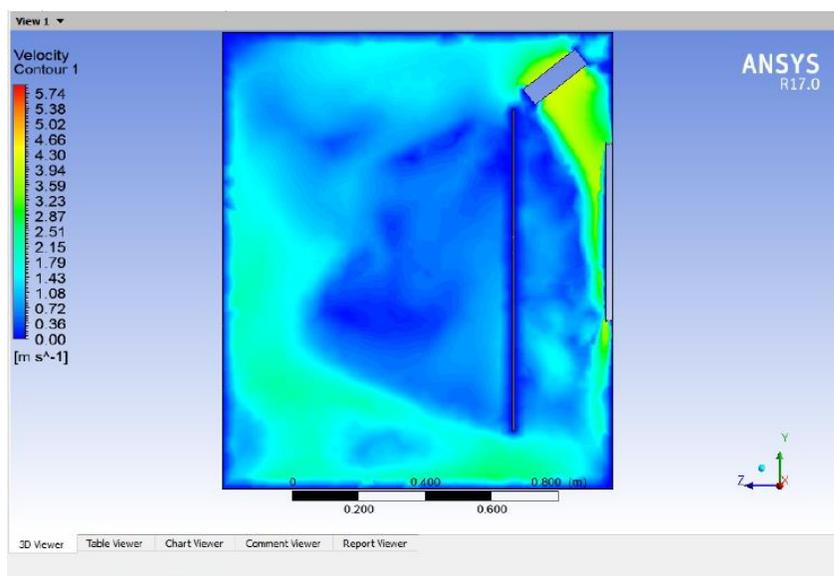


Figura 33. Vista lateral para el flujo de aire en el ventilador 1.

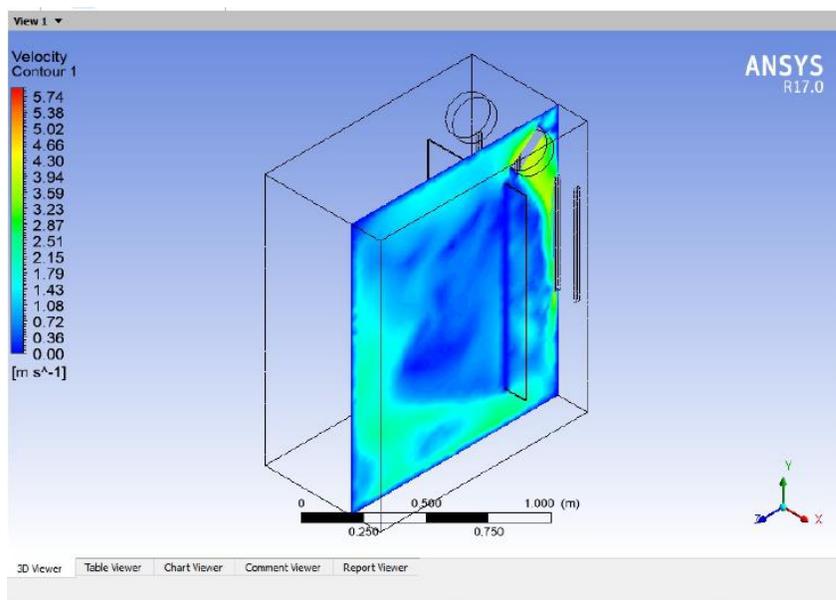


Figura 34. Vista isométrica para el flujo de aire en el ventilador 1.

Esto permite observar que la velocidad mayor esta en los puntos de entrada y salida de aire al ventilador, luego la velocidad del flujo se vuelve uniforme, con mayor estado de presencia en las paredes a una velocidad aproximada entre 1.7 y 1.8m/seg y un flujo más débil en la parte central de un valor aproximado de 0.36m/seg, zona donde se ubican los huevos.

Luego se muestran en las Figuras 35 y 36 dos vistas para el ventilador número 2 para el comportamiento del flujo de aire en este otro sector.

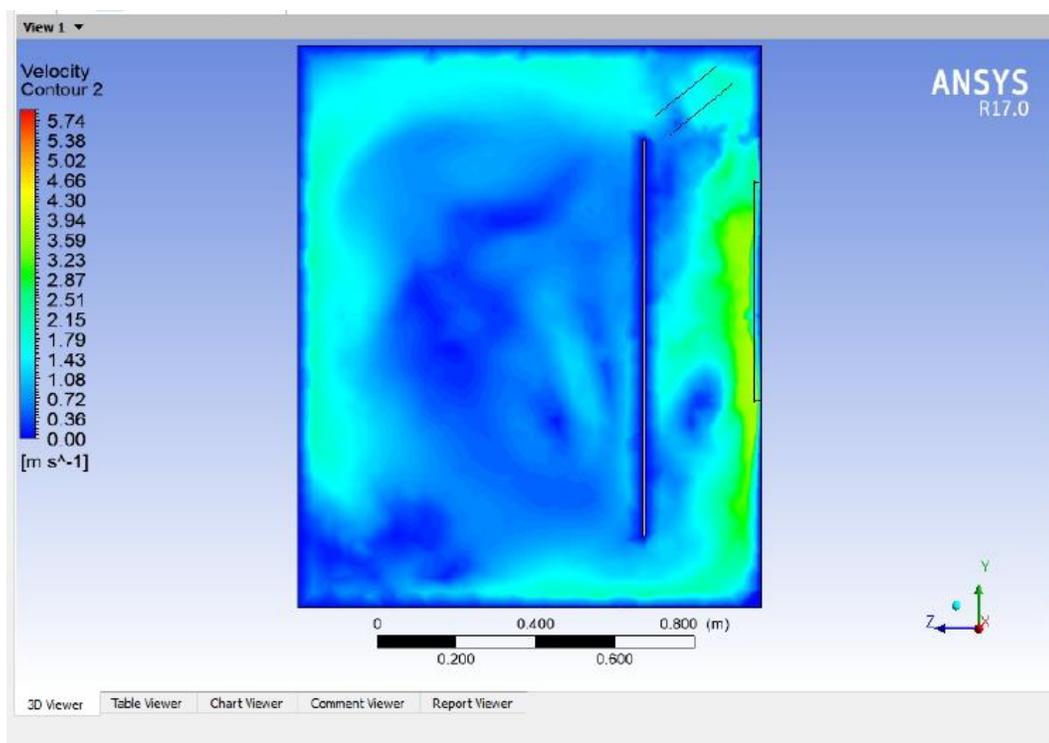


Figura 35. Vista lateral para el flujo de aire en el ventilador 2.

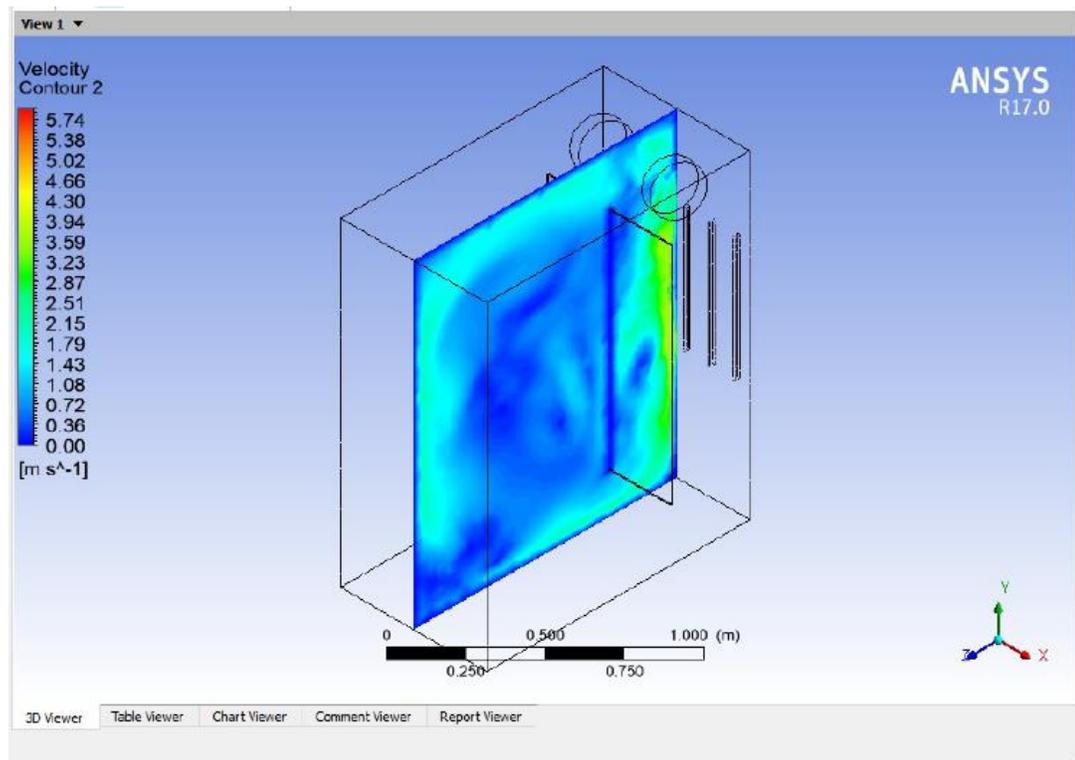


Figura 36. Vista isométrica para el flujo de aire en el ventilador 2.

Para este caso, se muestra que la velocidad más alta del flujo de aire se presenta detrás de la lámina de las bandejas, de la misma forma en las paredes hay un flujo controlado con una velocidad aproximada entre 1.7 y 1.8m/seg, en la zona del centro no hay alta precipitación del flujo con una velocidad aproximada de 0.36m/seg.

Ahora se muestra que las Figuras 37 y 38 apoyan el comportamiento del flujo de aire en el ventilador 1 usando líneas cortadas y líneas completas para cada tramo.

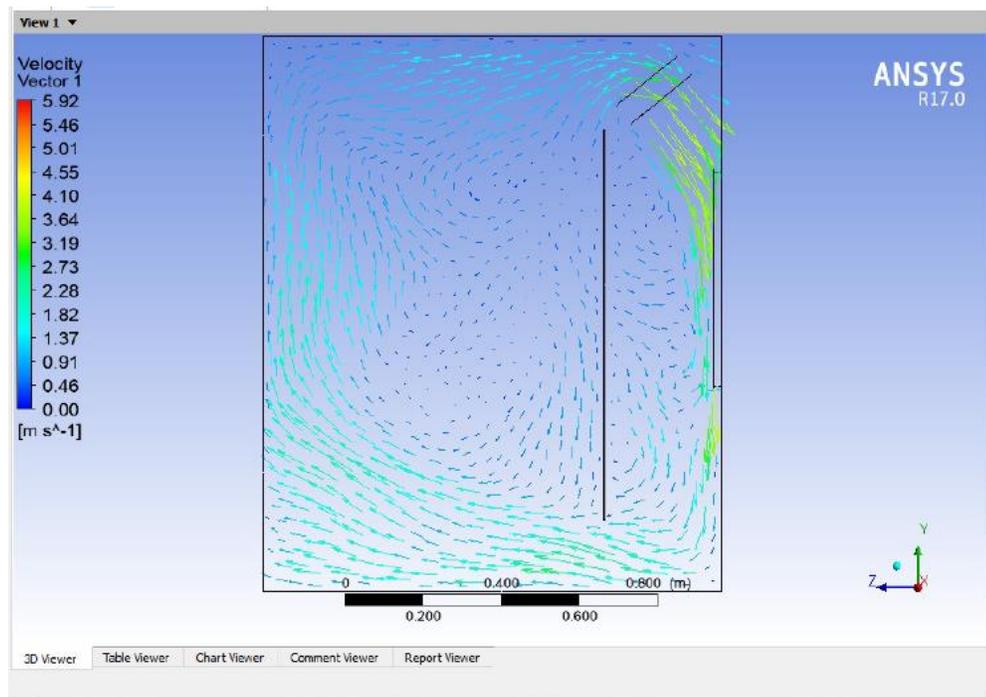


Figura 37. Líneas cortadas del flujo de aire en el ventilador 1.

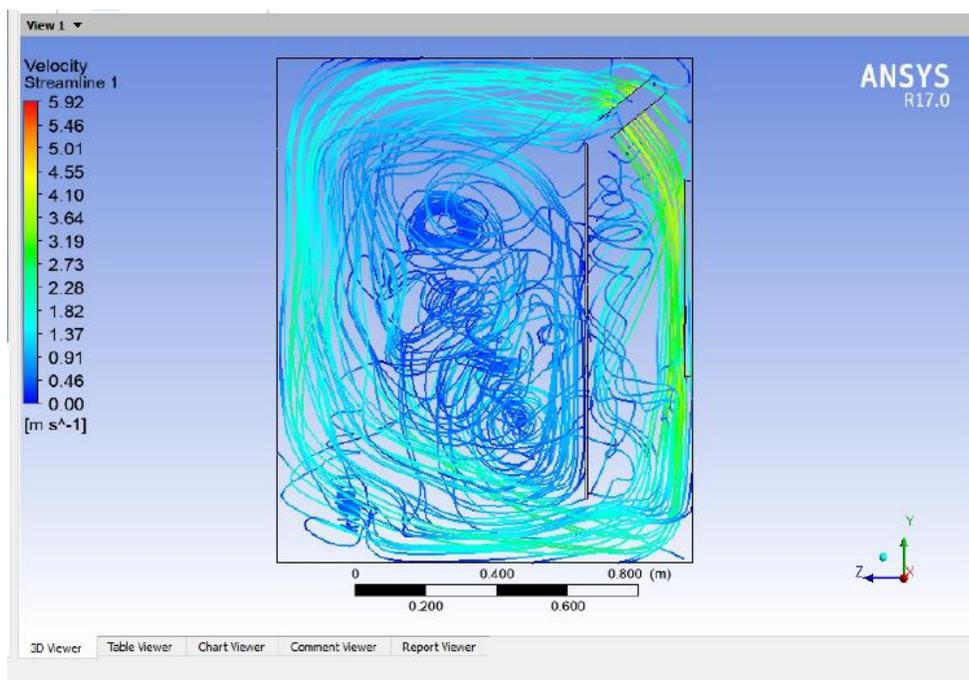


Figura 38. Líneas completas del flujo de aire en el ventilador 1.

Por último se muestra en la Figura 39 el resultado obtenido de la simulación en cuanto a la temperatura de contorno en un plano lateral.

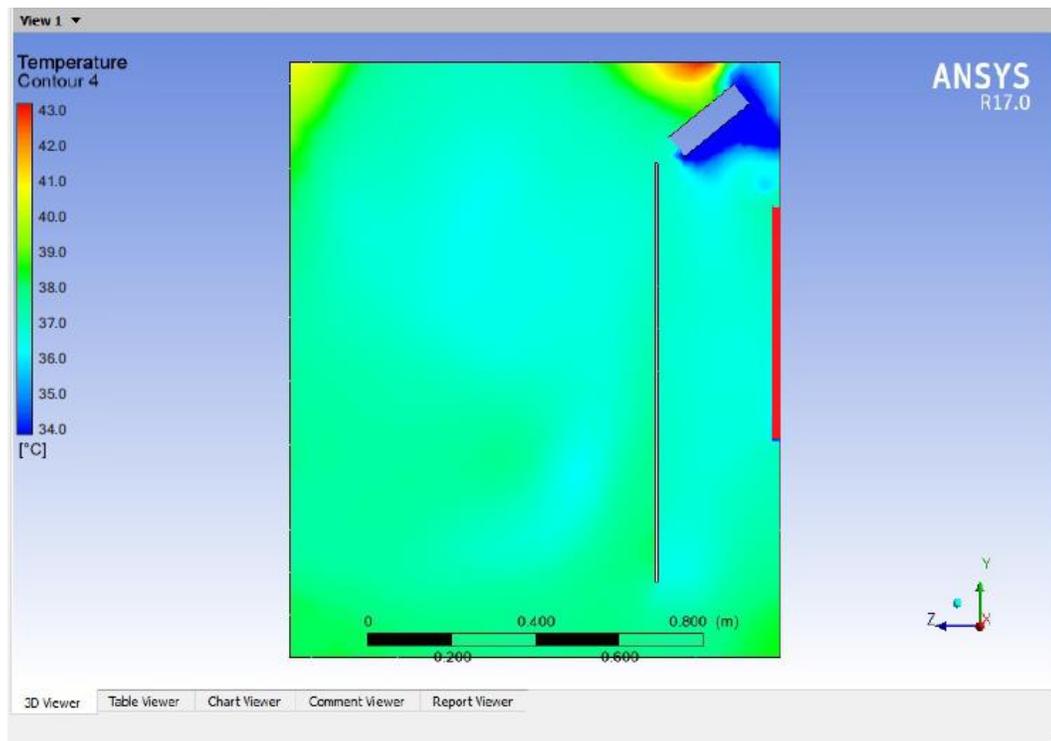


Figura 39. Temperatura de contorno.

Esto permite notar que la zona más caliente es donde se ubican los elementos resistores y la zona más fría en la salida de aire, ahora, el contorno en general muestra una temperatura en un intervalo de 37 y 38 grados centígrados.

#### **4.3 Fase III: Construir el sistema de incubación y nacedera para los huevos de codornices a partir del diseño establecido.**

Con las actividades propuestas en esta fase que se detallan a continuación se le da cumplimiento al tercer objetivo.

#### **4.3.1. Seleccionar el material para toda la estructura y elementos de sujeción.**

El sistema de incubadora y nacedera difieren en que la nacedera no necesita de un mecanismo de volteo, porque en los últimos 4 días de incubación los huevos reposaran en mencionado sistema y como ya se ha dicho para estos días ya no es necesario el giro de los huevos. También difieren en las condiciones ambientales, la temperatura en la incubadora es de 37,7 grados centígrados y una humedad relativa del 60% y para los últimos días en la nacedera la temperatura debe ser de 36,5 grados centígrados y la humedad relativa del 90%. Sin embargo, cabe mencionar que se puede adaptar una sola máquina para que sea incubadora y nacedera al mismo tiempo, pero en este caso se quiere aprovechar el tiempo en cuanto a la producción de la granja, es decir, en los últimos 4 días cuando se haga el traslado de incubadora a nacedera se puede aprovechar este intervalo de tiempo para volver a cargar la incubadora con huevos para fecundar, además de esto permite tener un ambiente más limpio en la incubadora y libre de contaminación.

Ambos sistemas de incubadora y nacedera se conforman de una estructura externa y una estructura interna; la estructura interna es denominada el coche porque cuenta con un sistema de rieles que permite la fácil entrada y salida para posicionar los huevos en las bandejas y para recoger los polluelos, además para hacer más cómodas las tareas de limpieza en el momento que se requiera y en la estructura externa se ubica el controlador automático, las resistencias y los ventiladores que funcionan como extractores de calor.

Los huevos se recolectan durante 5 días para ser incubados posteriormente el día sexto, en base a la producción de huevos por parte de la granja se establecen las dimensiones de las maquinas, además se hace un proceso de selección para incubar

teniendo en cuenta la fertilidad, el tamaño y características físicas del huevo, por ejemplo que sea de buen color, que no tenga grietas o picaduras y que no muestre imperfecciones u otros aspectos semejantes en la cascara.

Los materiales utilizados para la construcción de las estructuras son acero 1020 y acero galvanizado por ser los materiales más comerciales y con propiedades adecuadas como el Anexo D. Con tubo rectangular se unen los extremos del coche y con hojas de acero galvanizado se cubren los espacios, con varillas tipo ángulo se unen las líneas donde reposaran las bandejas y con una lámina rectangular de  $\frac{1}{4}$  de pulgada se unen todas las bandejas a una distancia de 12.5 cm de derecha a izquierda por el lado ancho para el sistema de volteo. Además se utilizan pernos roscados de 4cm de largo y  $\frac{1}{4}$  de pulgada para sujetar las bandejas y otros componentes. El alambre de acero inoxidable en las bandejas son soldadas en sentido horizontal y vertical (en cada espacio cuadrangular conformado se posicionaran los huevos) con electrodo revestido con puntos.

**4.3.2. Seleccionar el motor para el sistema de volteo.** Teniendo en cuenta que el movimiento debe ser lento para que la membrana interna del huevo tenga un desplazamiento relativo para ambos lados, que no debe ser un movimiento brusco o agitado se hace la selección de un motor reductor de velocidad correspondiente a 1RPM, cuya selección se muestra en el anexo D.

**4.3.3. Seleccionar el controlador automático de temperatura, humedad y volteo.** El sistema automático es diseñado para ser controlado de dos formas: una es bajo la programación del controlador y la otra bajo operación manual por si en algún momento se presenta la falla del equipo. Ambos sistemas de incubadora y nacedera cuentan con dos

resistencias, dos ventiladores que permanecerán encendidos todo el tiempo, dos sensores uno de temperatura y otro de humedad respectivamente y por último un par de humidificadores que tienen la función de mantener la humedad. Para la forma de operación manual, se cuenta con interruptores para dar encendido a cada elemento, un interruptor para cada resistencia, un interruptor para encender una lámpara lumínica, un interruptor para el volteo y un último interruptor para los ventiladores. Ahora, la forma de la programación consiste en una digitación de parámetros antes de poner en funcionamiento los equipos, cuyos pasos se describen en el anexo E.

Cabe mencionar que el sistema opera en su arranque con las dos resistencias, cuando llega casi al límite la resistencia número 2 se apaga y una vez ya se alcanza la temperatura máxima la resistencia número 1 se apaga y cuando inicie a bajar inmediatamente se encenderá de nuevo. Lo mismo sucede con los humidificadores, una vez se alcanza la humedad máxima, estos dispositivos se apagan y cuando sea necesario se encenderán de nuevo; para el sistema de volteo se hace una configuración para girar las bandejas dos o tres veces al día.

Además de eso, se le adaptó a la incubadora un pulsador por la razón de que las bandejas mientras la incubadora está encendida están volteadas en un ángulo de 45 grados y si por alguna razón se hace necesario abrir la puerta, el pulsador permitirá nivelar las bandejas.

**4.3.4. Seleccionar las resistencias eléctricas para el sistema de calefacción.** Los tipos de resistencias más comerciales corresponden a resistencias de cobre y ferróníquel, para el diseño se seleccionaron las de ferróníquel de forma resortada de aproximadamente

un metro de largo y no de cobre debido a que estas tienen la capacidad de generar un campo magnético que podría distorsionar la energía dentro de las máquinas, así mismo tienen la capacidad de soportar la temperatura deseada para incubar los huevos.

**4.3.5. Seleccionar los patines para los dispositivos.** Para seleccionar los patines se tendrán en cuenta el peso de cada uno de los componentes que conforman las máquinas, además como si estuviesen cargadas con los huevos.

Tabla 3.  
*Componentes de los dispositivos con su respectivo peso*

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Peso total (Kg)</b>
Lamina de acero galvanizado calibre 22	5	71.5012Kg
Ventilador	2	3kg
Caja de controlador	1	3kg
Motor	1	2Kg
Huevos	6000	68.4Kg
Tubo rectangular 25mm x 25mm	15.6 metros	24.96Kg
Tubo rectangular 40mm x 40mm	22.2 metros	54.78Kg
Varilla de ángulo 1" x 1/8"	16.2 metros	19.278Kg
Alambre de acero inoxidable calibre 12	Compra por kilos	20Kg
Lamina de vidrio 5 líneas 200mm x 1400mm	1	3.5Kg
Agua	15 Litros	14.955Kg
Peso Máximo tomando un factor de seguridad de 1.5		428.0613Kg

En el anexo D se complementan las tablas y figuras a partir de las cuales se seleccionaron los datos correspondientes a cada elemento.

Para las láminas de acero galvanizado calibre 22 cuyos metros cuadrados en total son 11.712 metros cuadrados se tiene:

$$W1 = 11.712m^2 * 6.105 \frac{Kg}{m^2}$$

$$W1 = 71.5012Kg$$

Para los huevos según (Perez Hernandez, 2004, p. 13) los huevos de codorniz tienen un peso promedio de 11.4 gramos para un peso total de:

$$W2 = 0.0114Kg * 6000$$

$$W2 = 68.4 Kg$$

Para el tubo rectangular de 25mm x 25mm cuyos metros son 15.6 metros para un peso total de:

$$W3 = 15.6m * 1.60 \frac{Kg}{m}$$

$$W3 = 24.96Kg$$

Para el tubo rectangular de 40mm x 40mm cuyos metros en total son 22.2 metros para un peso de:

$$W4 = 22.2m * 2.49 \frac{Kg}{m}$$

$$W4 = 54.78Kg$$

Para la varilla de angulo 1" \* 1/8" con una cantidad de 16.2 metros se tiene un peso total de:

$$W5 = 16.2m * 1.19 \frac{Kg}{m}$$

$$W5 = 19.278Kg$$

Para la lamina de vidrio, bajo el concepto de Aramar industrias el peso de la lamina de vidrio se puede calcular bajo la siguiente ecuacion:

$$W6 = A * E * F$$

Donde:

A= Area en  $m^2$

E = Espesor en mm

F = Factor de seguridad igual a 2.5

$$W6 = (0.2m * 1.4m) * 5mm * 2.5$$

$$W6 = 3.5Kg$$

Para el peso de la cantidad de agua se tiene en cuenta el valor universal de la densidad y sabiendo que  $1m^3$  es igual a 1000 litros:

$$W7 = 15L * \left( \frac{1m^3}{1000L} \right) * 997 \frac{Kg}{m^3}$$

$$W7 = 14.955Kg$$

Con esto se obtiene un peso total de:

$$WT = W1 + W2 + W3 + W4 + W5 + W6 + W7 + W8 + W9 + W10 + W11$$

$$WT = 71.5012Kg + 68.4Kg + 24.96Kg + 54.78Kg + 19.278Kg + 3.5Kg$$

$$+ 14.955Kg + 3Kg + 3Kg + 2Kg + 20Kg$$

$$WT = 285.3742Kg$$

Teniendo en cuenta un factor de seguridad de 1.5 se obtiene un peso maximo de:

$$Wmax = (285.3742Kg) * 1.5$$

$$Wmax = 428.0613Kg$$

Cada maquina requiere de cuatro patines para su desplazamiento cuyo peso maximo se repartira por partes iguales en las cuatro ruedas. A continuacion, se muestra el peso por patin:

$$W_{patin} = \frac{W_{max}}{4}$$

$$W_{patin} = \frac{428.0613Kg}{4}$$

$$W_{patin} = 108 Kg$$

Bajo un catalogo que se muestra en el anexo D se seleccionaron patines para soportar 115Kg.

## Conclusiones

Fundamentándose en la información recolectada se realizó el procedimiento de los 18 días de incubación; 14 días en la incubadora con una temperatura de trabajo de 37.7 °C y una humedad relativa del 60% con un sistema de volteo luego del cuarto día cada dos horas y 4 días en la nacedera con una temperatura de trabajo de 36.5 °C y una humedad relativa del 90% sin sistema de volteo.

Se hizo la construcción de dos dispositivos simultáneos con la intención de aprovechar el tiempo de producción y el rendimiento de la granja, es decir, en el día 14 de transferencia de los huevos de la incubadora a la nacedera, la incubadora esta nuevamente disponible para ser cargada de huevos fértiles.

Con el diseño planteado en SolidWorks se estimaron las medidas exactas para conocer la capacidad de huevos por bandejas en base a la producción de la granja diaria de la granja.

Con base a los registros de temperaturas en la posición delantera y trasera de cada bandeja, cuyos resultados permiten apreciar que la mejor zona de trabajo respecto a la temperatura de 37.7 grados en la incubadora es donde se ubican las bandejas 2 y 3, información que se puede corroborar al hacer la comparación con la simulación de ansys que permite observar dos colores en la zona central unos más claro en la zona superior y otro un poco más oscuro en la zona inferior en un rango de 36 y 38 grados centígrados.

Se seleccionó el mecanismo de biela-manivela para el sistema de volteo por ser efectivo, simple, liviano, fácil de montar; pues solo consta de tres elementos, la biela, la

manivela y el motor reductor, no requiere de mantenimiento a menos de que sea necesario cambiar el motor.

Se concluye que el propietario de la granja hace una inversión económica en este sistema comparada a la inversión de la compra de un dispositivo en el mercado, una vez hecho el acuerdo, él manifestó haber realizado antes una cotización en una empresa constructora de incubadoras en la ciudad de Bogotá, Colombia cuya diferencia de precio es aproximadamente \$3'500.000.

## **Recomendaciones**

El diseño y construcción de la presente maquina tiene una capacidad máxima de 6000 huevos de codornices, por lo que si se desea variar la cantidad de muestras a incubar se debe replantear el diseño en cuanto el número de bandejas a utilizar y si se requiere de un tamaño menor, igual o mayor en las mismas.

Para evitar la tarea de transferencia de los huevos de una maquina a otra, se podría establecer el diseño de manera que las dos máquinas sean simultaneas separadas por compuertas y que tengan un sistema trasportador de bandejas autocontrolado en base a los días de operación.

Para no considerar perdidas de flujo se recomienda hacer un ducto de aire, de manera que este fluido incida directamente en las resistencias, lo que permite que el aire tenga una mejor circulación sin afectar a los huevos dentro de los dispositivos.

## Referencias

- Acerind Aceros Inoxidables (s.f.). Obtenido de [www.inoxidable.com/angulos.htm](http://www.inoxidable.com/angulos.htm)
- Alba Ortuño, C. (2015). Modelo de incubación de empresas: una propuesta. *Revista Perspectivas*, (36), 65-90.
- Andino, P., & Patricia, S. (2015). *Dietas con diferentes niveles de proteína más aminoácidos sintéticos en el comportamiento productivo de codornices de postura* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- ASTM, C. (2001). 1498. Standard Test Method for Hygroscopic Sorption Isotherms of Building Materials.
- Cabrera Torres, J. L. (2015). Diseño de un sistema automatizado de Volteo de Portabandejas para ser utilizado en máquinas incubadoras de huevo fértil.
- Calderón, R. S. (2017). DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL COMPUESTO MATRIZ YESO PARA INCUBADORA DE HUEVOS DE AVE DE CORRAL ENERGÉTICAMENTE SUSTENTABLE PARA ZONAS MARGINADAS DEL ESTADO DE CAMPECHE.
- Campaña Madrigal, M. A. (2010). *Estudio de factibilidad de la utilización de enzimas digestivas en la formulación de dietas para ponedoras comerciales* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2010.).
- CORENA, G., & CAROLINA, A. (2017). EVALUAR DEL PATRON DE MORTALIDAD EMBRIONARIA DURANTE EL PROCESO DE INCUBACION MEDIANTE EL METODO C. DANIELS CON EL FIN DE OBTENER DATOS DE REGIMEN ESPECIFICOS (Doctoral dissertation).
- Erazo Erazo, B. A. (2016). Diseño y simulación de una incubadora de huevos para una procesadora de pollos en El Tena (Bachelor's thesis).
- GÓMEZ, E. C., & MENDOZA G, J. (2014). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE INCUBADORA AVÍCOLA BASADO EN EL ANÁLISIS FENOMENOLÓGICO DEL EQUIPO. MEXICO D.F.
- Heredia Enríquez, P. F. (2009). *Plan de negocios para la creación de una Empresa dedicada a la producción y comercialización de huevos de codorniz en la ciudad de Quito* (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2009).

HERNÁNDEZ, R. P., & LUNA, M. J. G. L. (2004). CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LA CLARA DESHIDRATADA DE HUEVO DE CODORNIZ (*Coturnix coturnix japonica*).

IMSA Colson (s.f.). Obtenido de <https://imsa.co/wp-content/uploads/2014/10/7010155-ROD-4-VNA-004-A-F00-BP-1-4-PL-NA-TP.pdf>

Industrias Colmena (s.f.). Obtenido de <http://tuboscolmena.com/colmena/wp-content/uploads/2018/03/perfil-estructural.pdf>

Scopus y Science Direct. (n.d.). Obtenido de <http://infobib.blogspot.com.co/2010/01/scopus-y-science-direct-que-utilizar.html>

Kelvin Gear (s.f.). Obtenido de [https://www.kelvingear.com/ftp/productsFiles/1433/K30\\_SM\\_ER\\_Ing-EN.pdf](https://www.kelvingear.com/ftp/productsFiles/1433/K30_SM_ER_Ing-EN.pdf)

López-Correa, J., Porta-Gándara, M. Á., Gutiérrez, J., & Gómez-Muñoz, V. M. (2010). A novel incubator to simulate the natural thermal environment of sea turtle eggs. *Journal of Thermal Biology*, 35(3), 138-142.

Pérez, J. V., & Gavidia, M. E. C. (2016). Efectos de la relación hembra: macho y edad de los reproductores en el comportamiento reproductivo de la Codorniz Japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). In *Anales Científicos* (Vol. 77, No. 1, pp. 77-81). Universidad Nacional Agraria La Molina.

Pollos, a. (. (2009). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA INCUBADORA DE HUEVO ECONOMICA. Ciudad de México.

Ramirez, E., & Hernandez, G. (2009). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INCUBADORA PARA EL ESTUDIO DE EMBRIONES DE POLLO. Caracas.

Ramli, M. B., Lim, H. P., Wahab, M. S., & Zin, M. F. M. (2015). Egg hatching incubator using conveyor rotation system. *Procedia Manufacturing*, 2, 527-531.

Redalyc. (n.d.). Retrieved April 3, 2018, from <http://biblioteca.iberoamericana.edu.co/index.php/e-recursos/revistas-electronicas/redalyc>

Reyes, R., & Roberto, R. (2015). Diseño, construcción y manejo de una incubadora artesanal de huevos en la comuna San Vicente cantón Santa Elena (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015.).

Sanabria Velandia, J. P., & Gutierrez Romero, E. F. (2017). Sistema de Monitoreo Y Regulacion de Variables Fisicas de una Incubadora de Codornices y su Produccion Avicola en Zonas con Altitudes Superiores a los 2000 MSNM.

Sandoval Rincón, M. S. (2016). Implementación de una incubadora artificial de huevos de gallina criolla con un grupo de mujeres campesinas en el municipio de Molagavita–Santander.

Steel Acero Industrias (s.f.). Obtenido de <http://www.steelacero.mx/catalogoprecios.pdf>

# Apéndices

## Apéndice A. Tablas y figuras.

Tabla 4.  
Elementos brindados por la universidad

RUBRO	UFPSO Efectivo	CONTRAPARTIDA <sup>7</sup> (Universidad Pontificia bolivariana)		TOTAL
		Efectivo	Especie	
EQUIPOS - HERRAMIENTAS				
LICENCIAS DE SOFTWARE	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
REACTIVOS Y MATERIAL DE LABORATORIO	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
MATERIALES E INSUMOS	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
PAPELERÍA Y ÚTILES DE ESCRITORIO	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
SALIDAS DE CAMPO	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
SERVICIOS TÉCNICOS	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOCUMENTACIÓN Y BIBLIOGRAFÍA	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
ANÁLISIS Y PRUEBAS DE LABORATORIO	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
GASTOS DE VIAJE	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
INSCRIPCIÓN A PONENCIAS	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
IMPREVISTOS (Pagos para)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
TOTAL				

**Nota:** Elaboración propia.

Tabla 5.  
*Presupuesto global*

<b>Materiales e insumos</b>	<b>Justificación</b>	<b>Recursos</b>		<b>Total</b>
		Contrapartida Efectivo	Especie	
Controladores automáticos de temperatura y humedad	Material para automatizar las condiciones ambientales	630		630
Ventiladores	Material para extraer calor	80		80
Resistencia en espiral a 110V	Material que para la generación de calor	20		20
Humificadores	Materiales para controlar la humedad	160		160
Motor	Material para hacer posible el volteo	300		300
Láminas de acero inoxidable	Material para construir las bandejas u otros componentes	600		600
Tubos cuadrados	Material para construir la caja y el coche	200		200
Angulo de 1" X 1/8"	Material para construir la caja y el coche	30		30
Alambre de acero inoxidable calibre 12	Material para construir las parrillas de las bandejas	100		100

Rodachinas	Material para rodar los dispositivos	50	50
Tornillos, remaches, brocas, sistema de cableado y demás accesorios	Material para fijar, ensamblar y para hacer conexiones eléctricas	150	150
Láminas de Icopor	Material aislante térmico	25	25
Anticorrosivo y pintura	Material para dar acabado final	50	50
Mano de Obra	Trabajo continuo durante 4 semanas por dos operarios	1500	1500
<b>Total</b>		<b>3895</b>	<b>3895</b>

**Nota:** Unidades en miles de pesos.

Apéndice B. Estudio del modelo geométrico.

Apéndice B1. Incubadora.

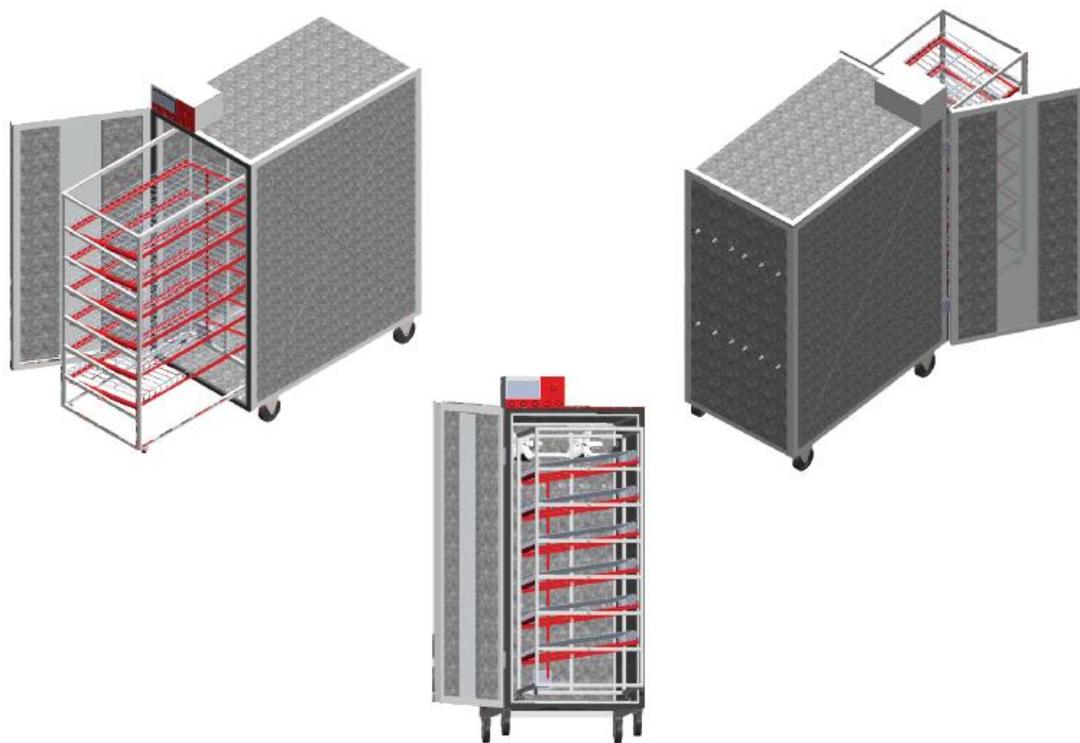


Figura 40. Vista General.

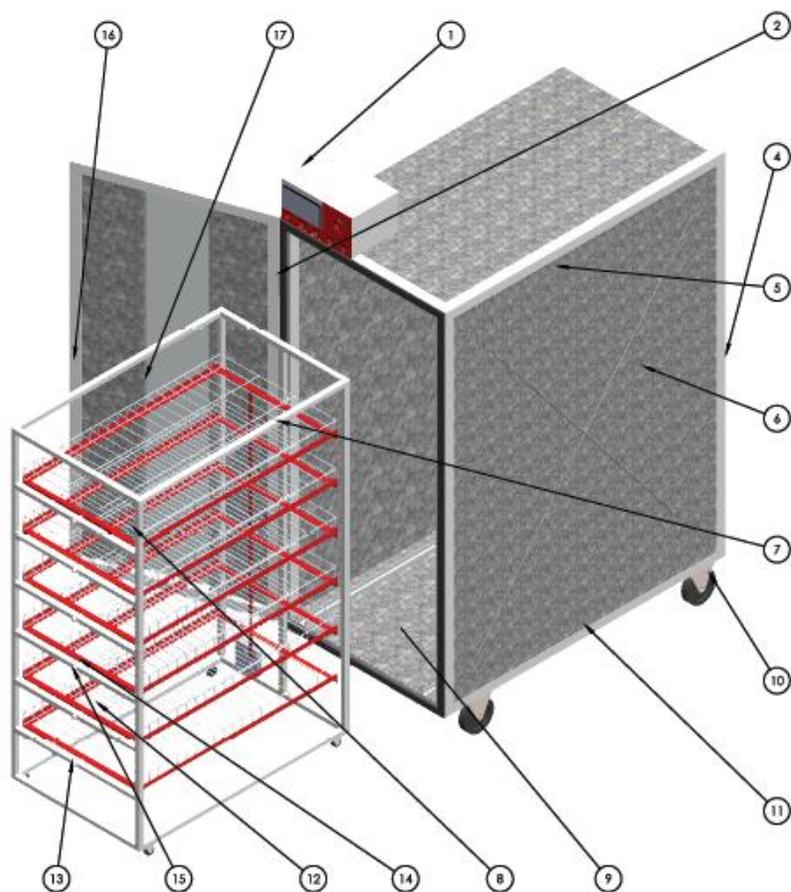


Figura 41. Componentes.

Tabla 6.  
Lista de componentes incubadora

N° del elemento	N° de pieza	Cantidad
1	Caja de control	1
2	Bisagra	4
3	Lamina interior tapa Resistencias	1
4	Base	1
5	Lamina interior tapas laterales	2
6	Aislador	12
7	Empaque puerta	1
8	Base de las bandejas	1
9	Lamina inferior	1
10	Rueda base	4
11	Tapas laterales	2
12	Rejillas	6
13	B18.2.2.4M – Hex Flange nut, M10 x 1,5 with 15WAF – C	24
14	Base volteo	6
15	B18.2.3.2M – Formed Hex Screw, M10 x 1,5 x 40 – 26WC	12
16	Puerta	1
17	Lamina y vidrio delantero	1
18	Lamina superior	1
19	Resistencias	1
20	Barras	1
21	Rieles guía	1
22	Volteo	1
23	Icopor	2
24	Tapas de resistencia	1
25	Icopor resistencias	1
26	B18.2.3.2M – Formed Hex Screw, M10 x 1,5 x 70 – 26WC	12
27	Base Ventilador	1
28	Ventilador	2

**Nota:** Elaboración Propia.

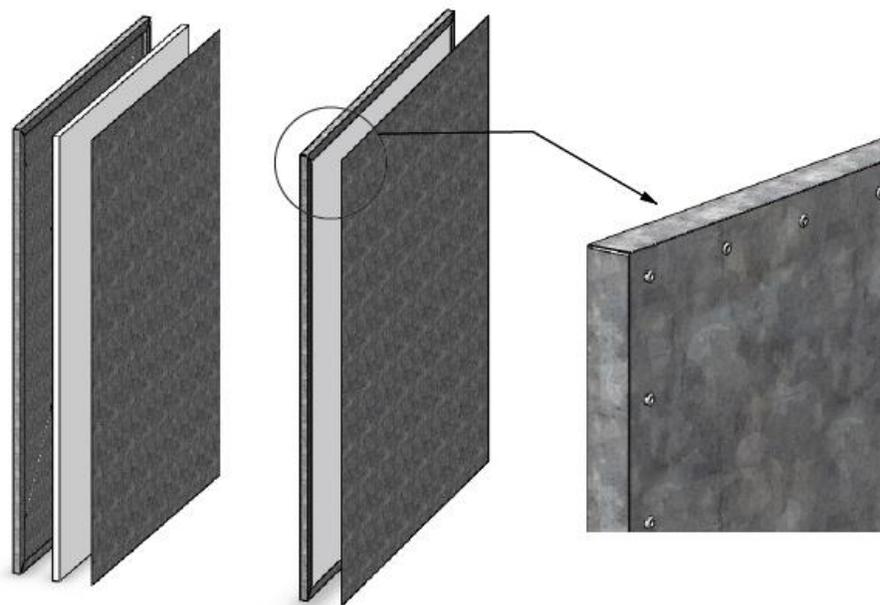


Figura 42. Remachado en las tapas laterales (Pre-ensamble)

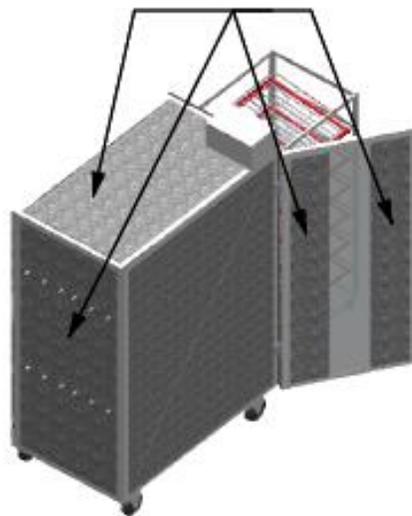


Figura 43. Proceso de remachado en las partes señaladas.



Figura 44. Postura del tornillo en la parte superior (Resistencia).

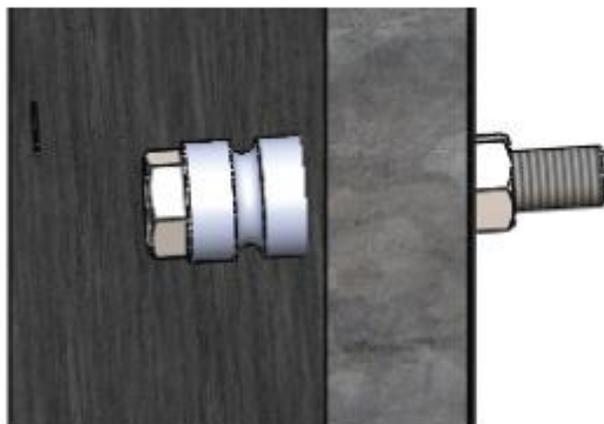


Figura 45. Postura final del tornillo en la parte superior (Resistencia).

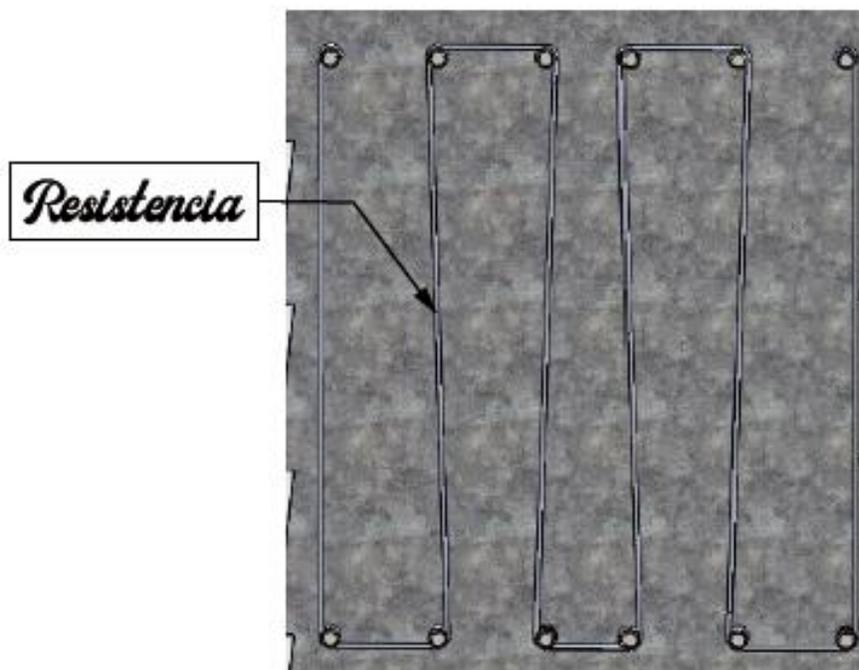


Figura 46. Posición de la resistencia luego de colocar los tornillos.

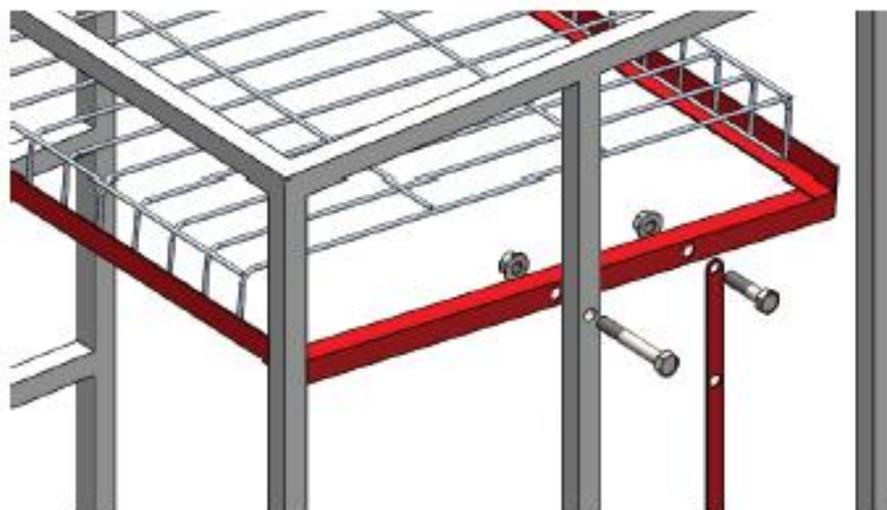


Figura 47. Ubicación de los tornillos y tuercas en las bases de las bandejas.



Figura 48. Fijación de las bandejas y su base.



Figura 49. Ubicación del motor de volteo para las seis bandejas.

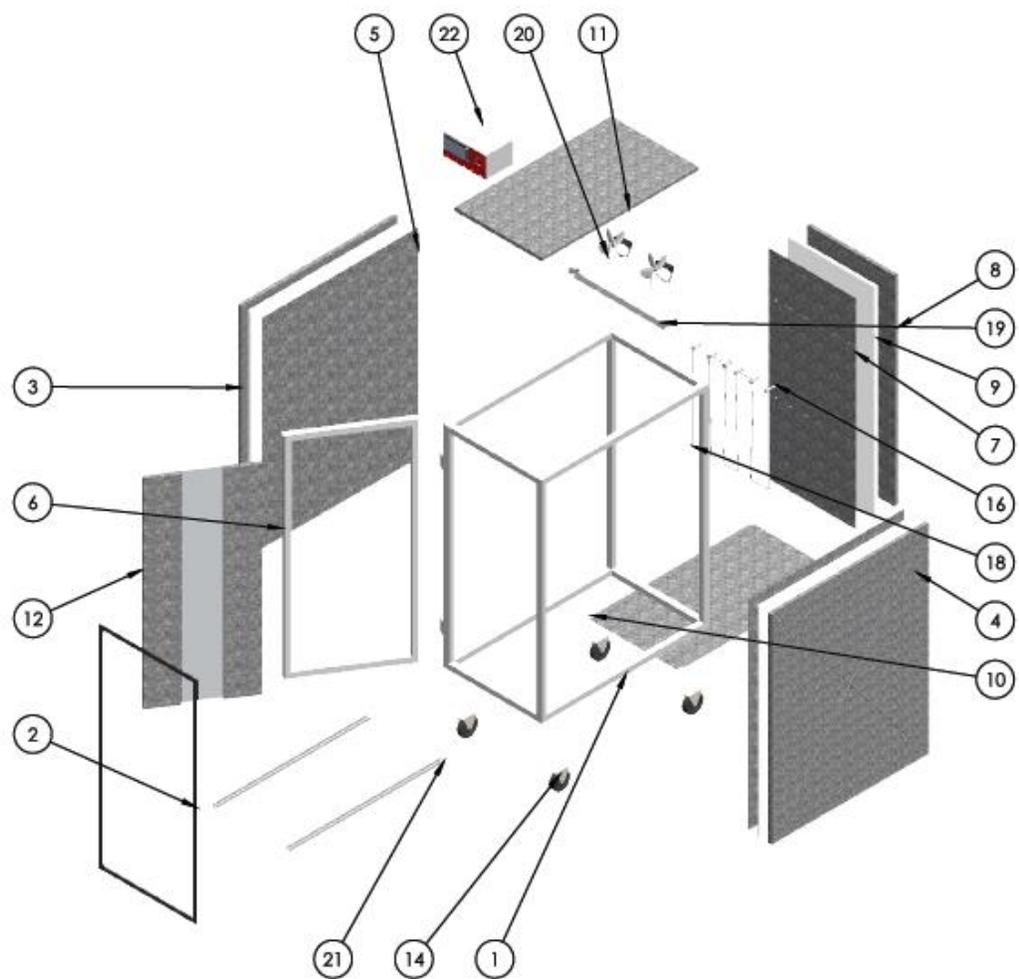


Figura 50. Despiece total.

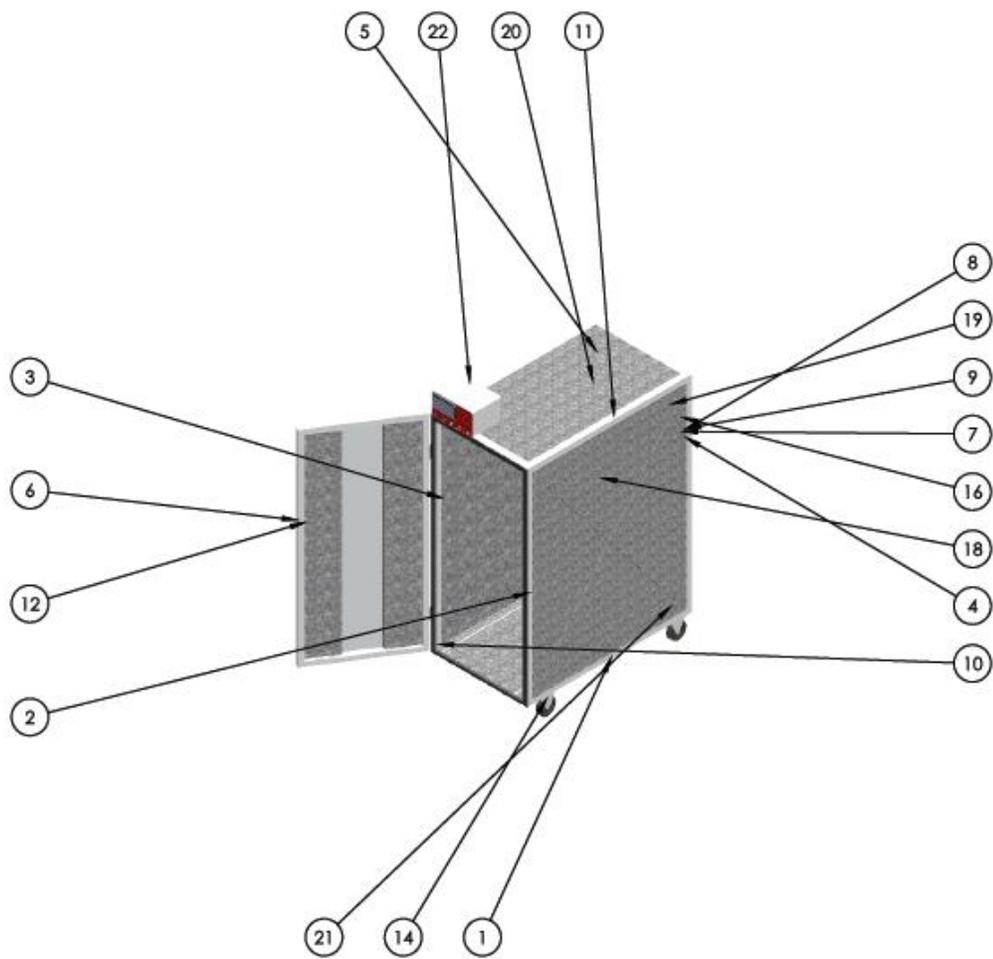


Figura 51. Componentes II.

Tabla 7  
*Lista de componentes de la incubadora en el despiece total.*

<b>N° del elemento</b>	<b>N° de pieza</b>	<b>Cantidad</b>
1	Base	1
2	Empaque puerta	1
3	Tapas laterales	2
4	Icopor	2
5	Lamina interior tapas laterales	2
6	Puerta	1
7	Lamina interior tapa resistencias	1
8	Tapas de resistencias	1
9	Icopor resistencias	1
10	Lamina inferior	1
11	Lamina superior	1
12	Lamina y vidrio delantero	1
13	Bisagra	4
14	Rueda base	4
15	Aislador	6
16	B18.2.3.2M- Formded Hex Screw, M10x1.5x70 - 26WC	6
17	B18.2.2.4M – Hex Flange Nut, M10x1.5, with 15WAF—C	6
18	Resistencias	1
19	Base ventilador	1
20	Ventilador	2
21	Rieles guía	1
22	Caja de control	1

**Nota:** Elaboración Propia.

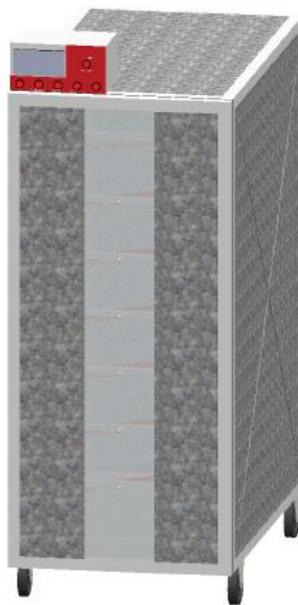


Figura 52. Incubadora I.

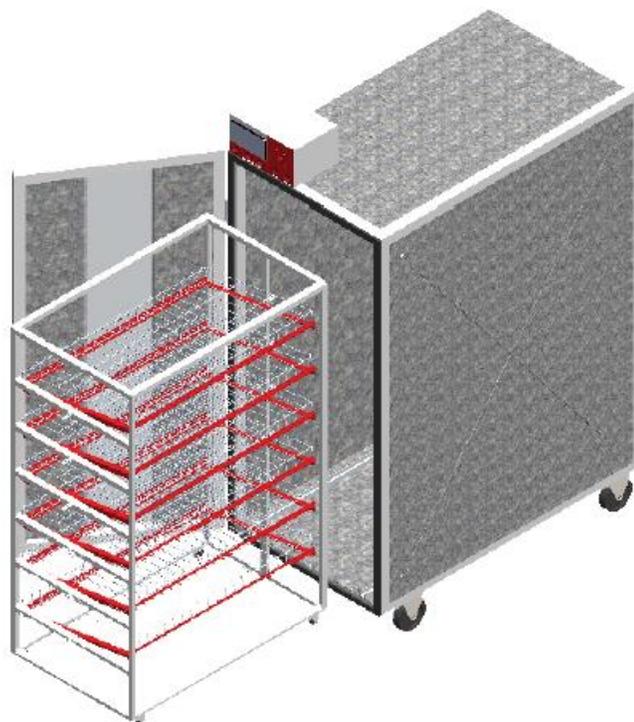


Figura 53. Incubadora II.

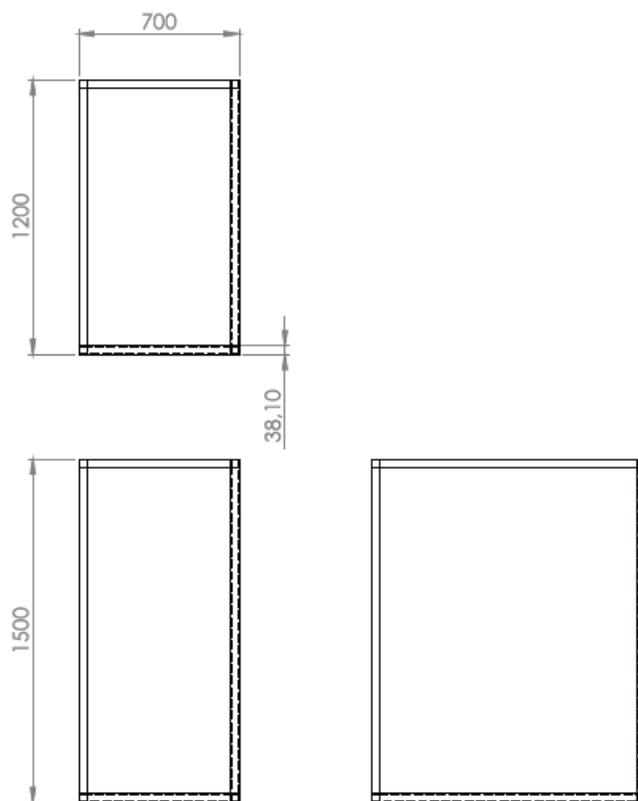


Figura 54. Vista general de la base.

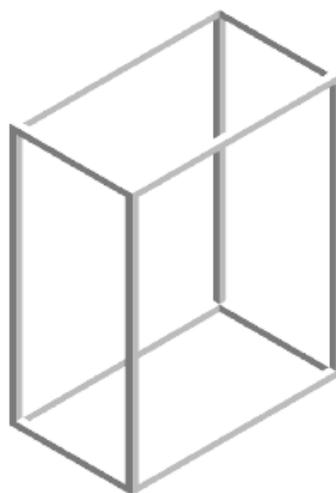


Figura 55. Base.

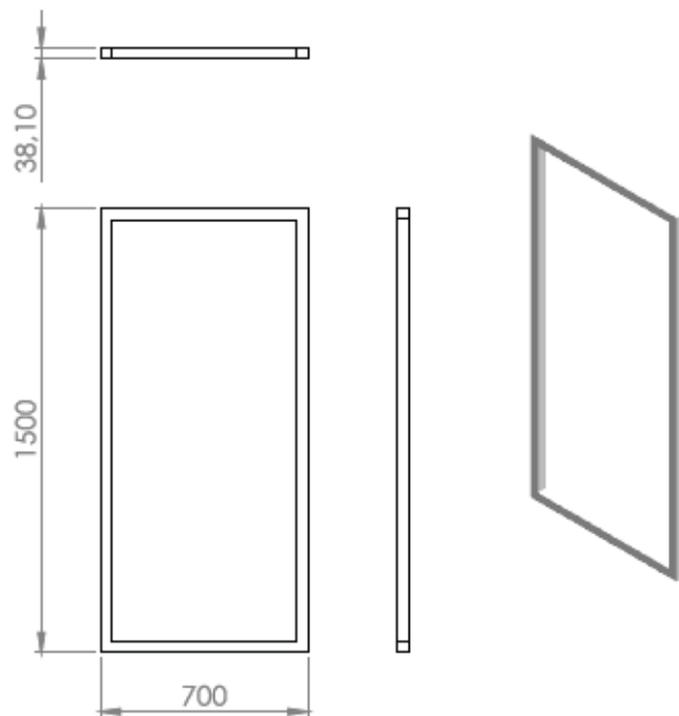


Figura 56. Vista general de la puerta.

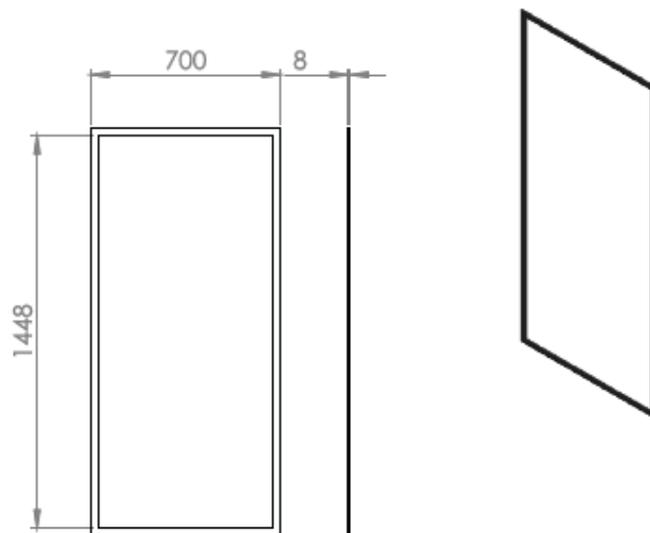


Figura 57. Vista general del empaque de la puerta.

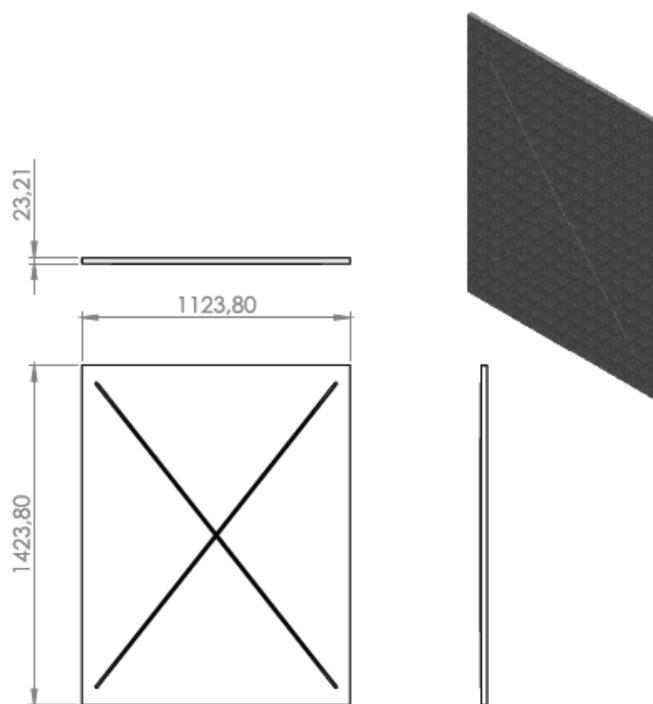


Figura 58. Vista general de las tapas laterales.

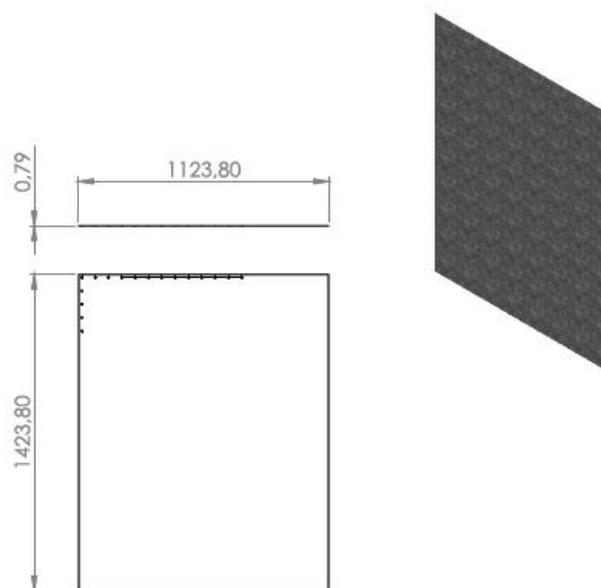


Figura 59. Vista general de la lámina interior.

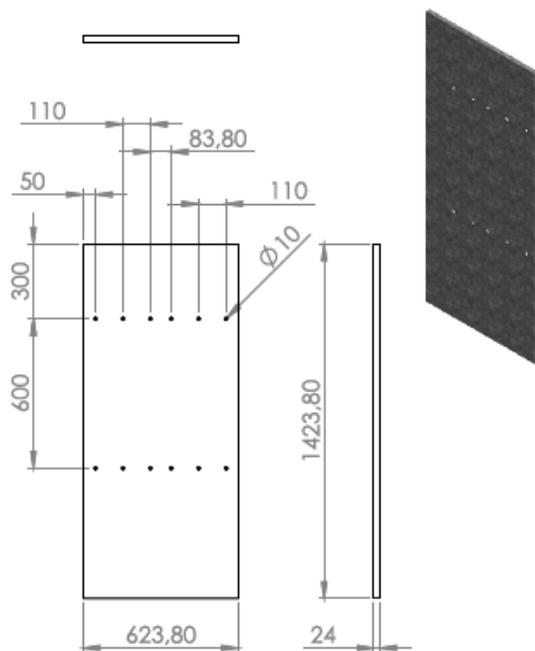


Figura 60. Vista general para la tapa de las resistencias.

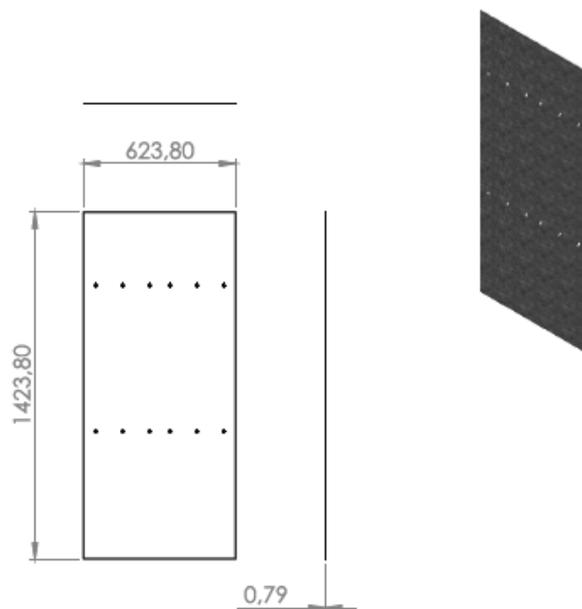


Figura 61. Vista general lamina interior para las resistencias.

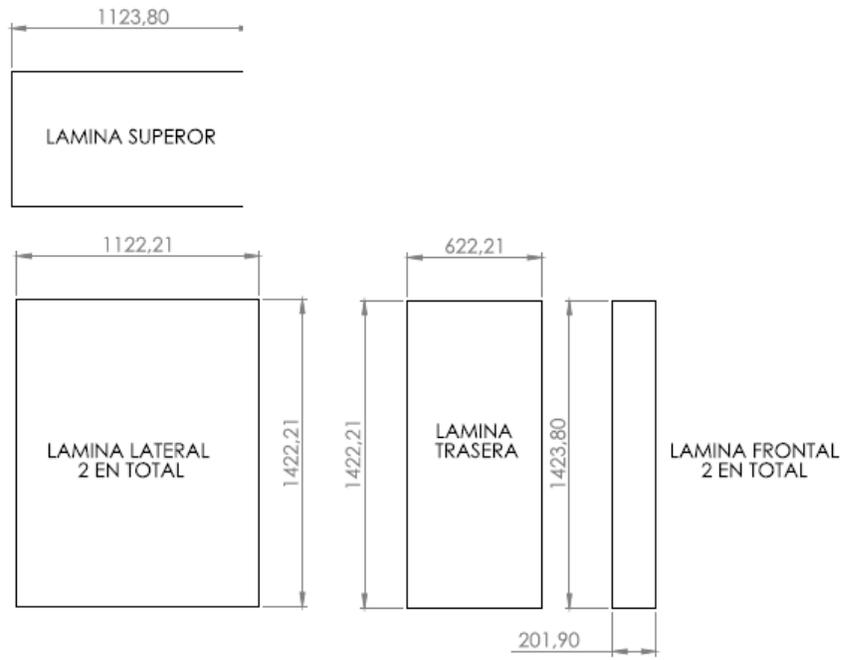


Figura 62. Vista general de las láminas de poliestireno expandido.

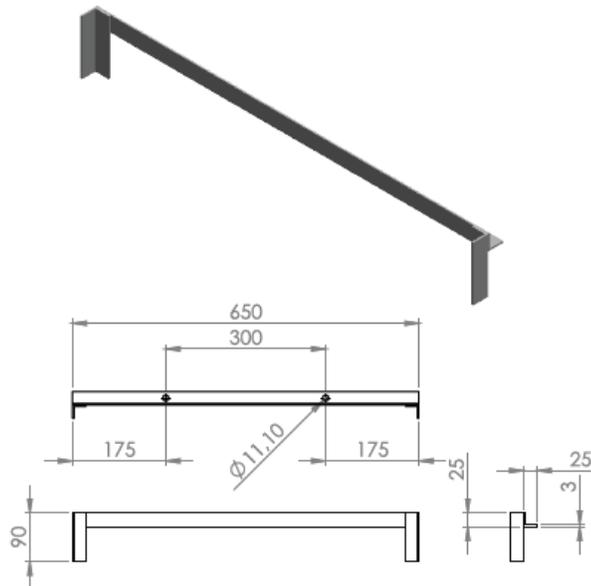


Figura 63. Vista general base del ventilador.

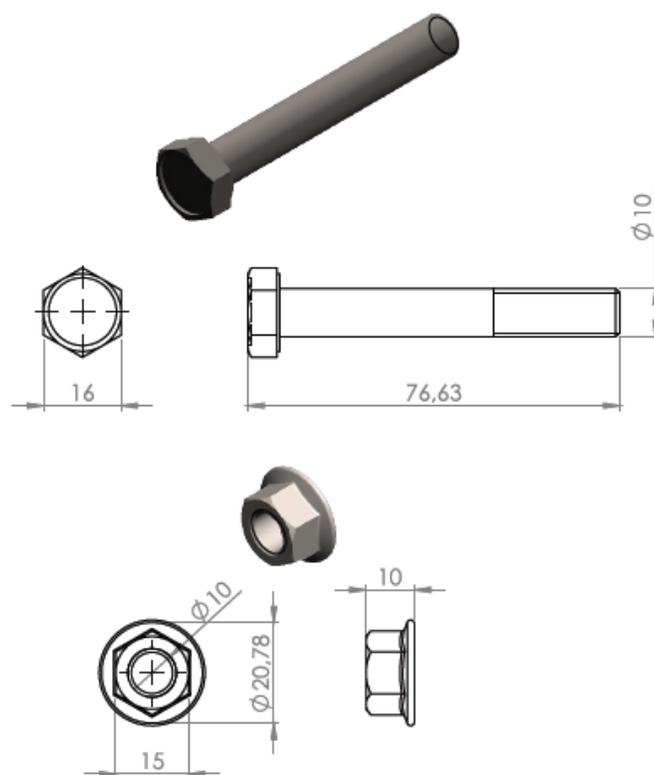


Figura 64. Vista general del tornillo y tuerca que complementan la base del ventilador.

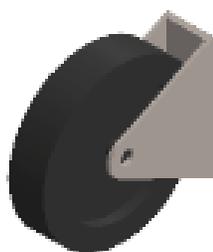


Figura 65. Ruedas genéricas para la base.



Figura 66. Ventilador de 5 alaveses a 120 voltios.

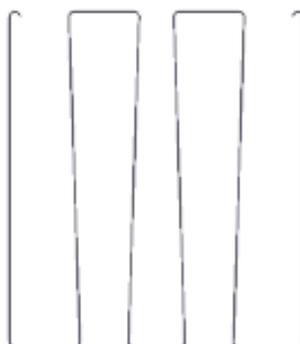


Figura 67. Resistencia resortada de ferroníquel.

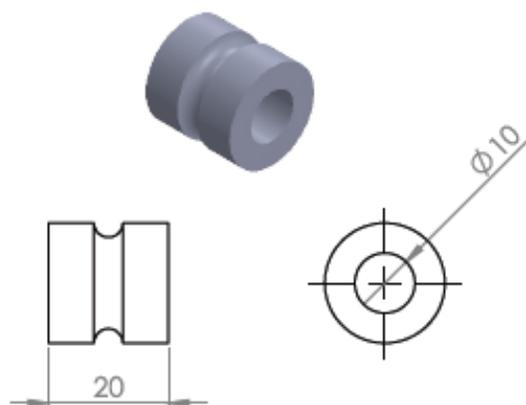


Figura 68. Vista general de aisladores de fibra de vidrio.

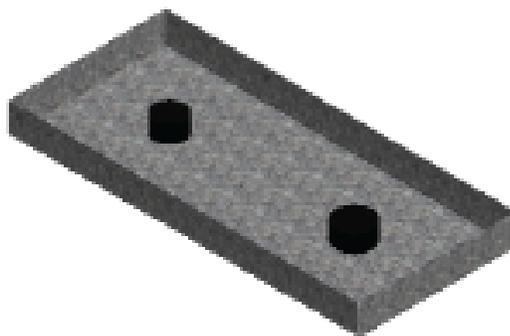


Figura 69. Humificadores dentro de un recipiente en agua.

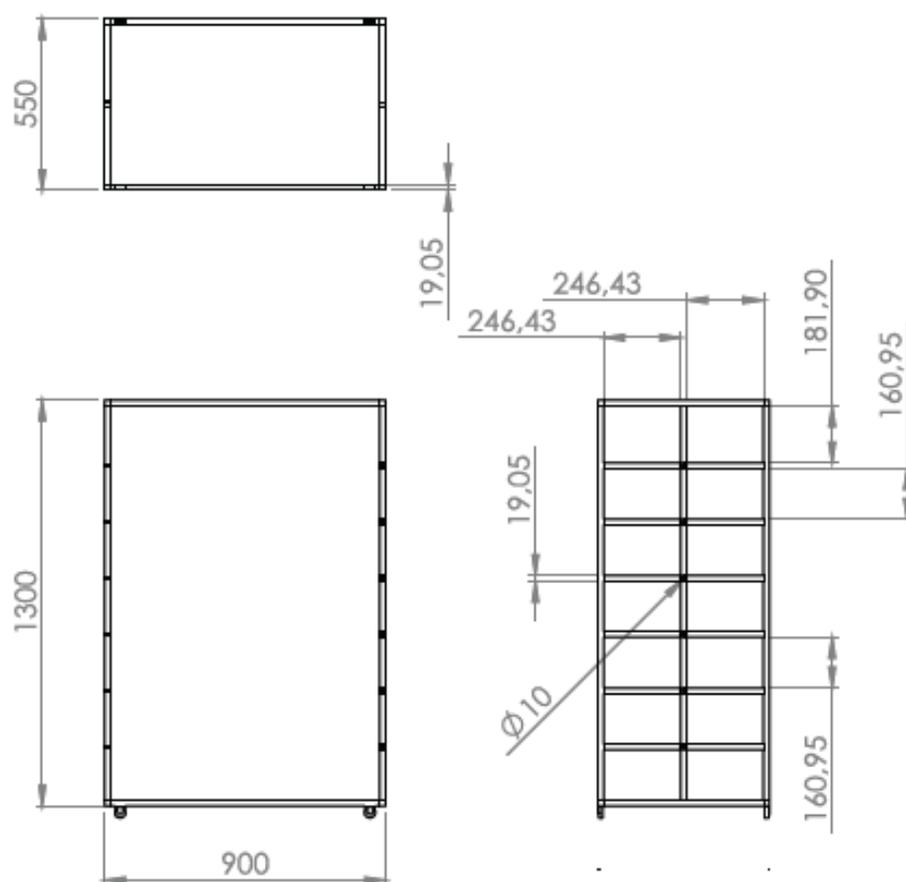


Figura 70. Vista general de la base de las bandejas.

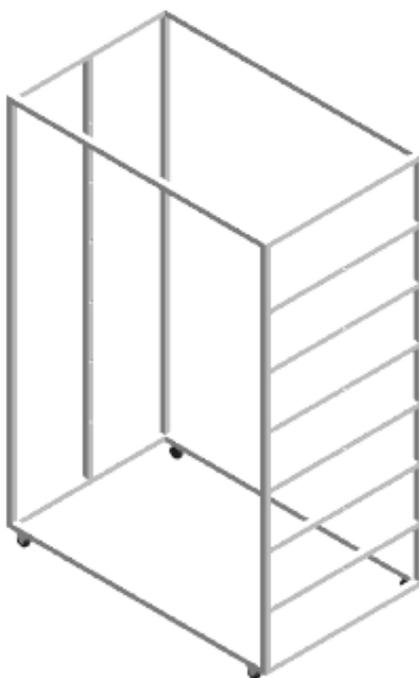


Figura 71. Base de las bandejas.

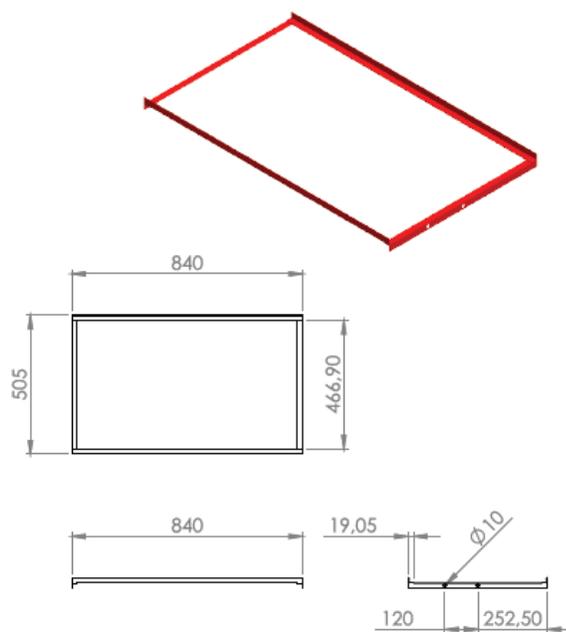


Figura 72. Vista general de la base del volteo.

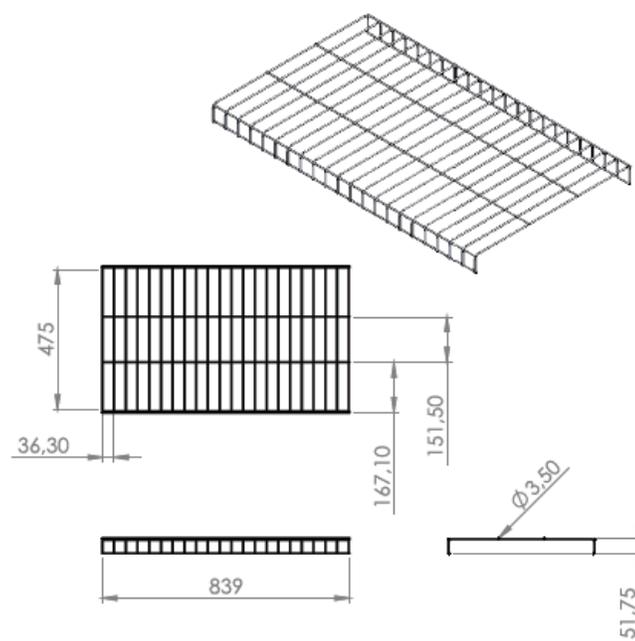


Figura 73. Vista general de las rejillas.

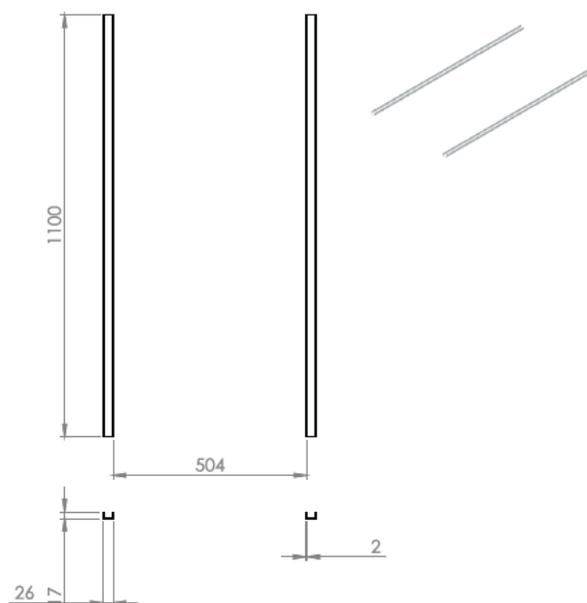


Figura 74. Vista general de los rieles.

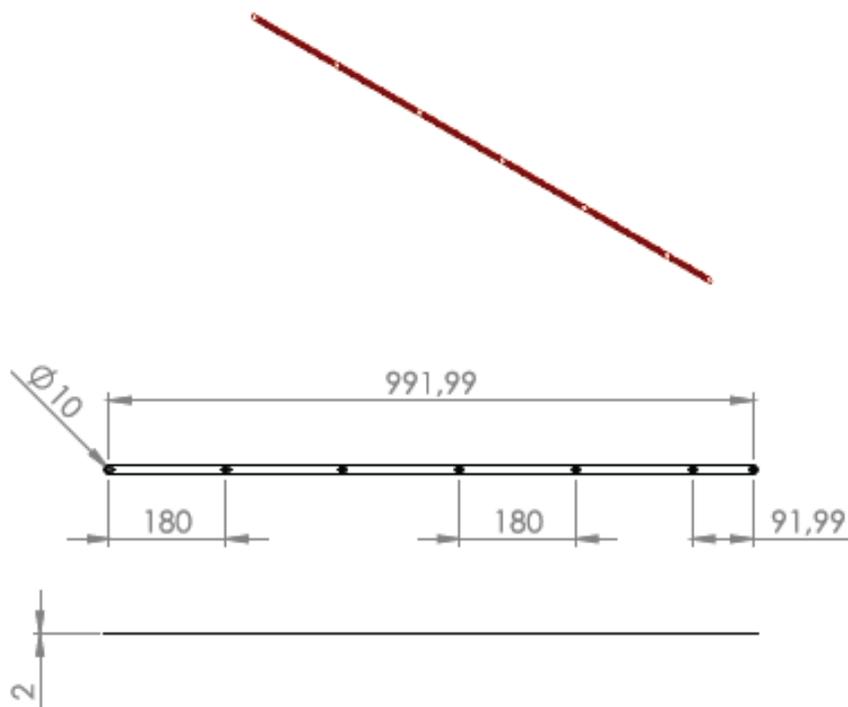


Figura 75. Vista general de la barra de volteo.



Figura 76. Caja de control.

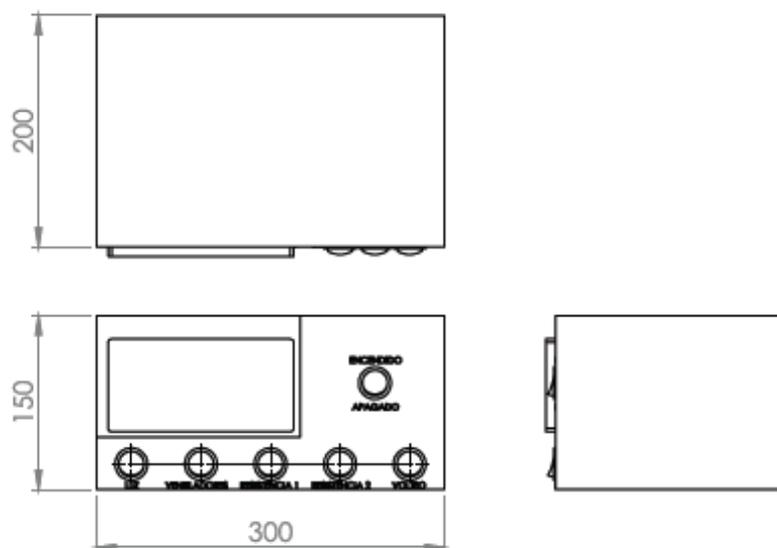


Figura 77. Vista general de la caja de control.



Figura 78. Motor de volteo.

Apéndice B2. Nacedera

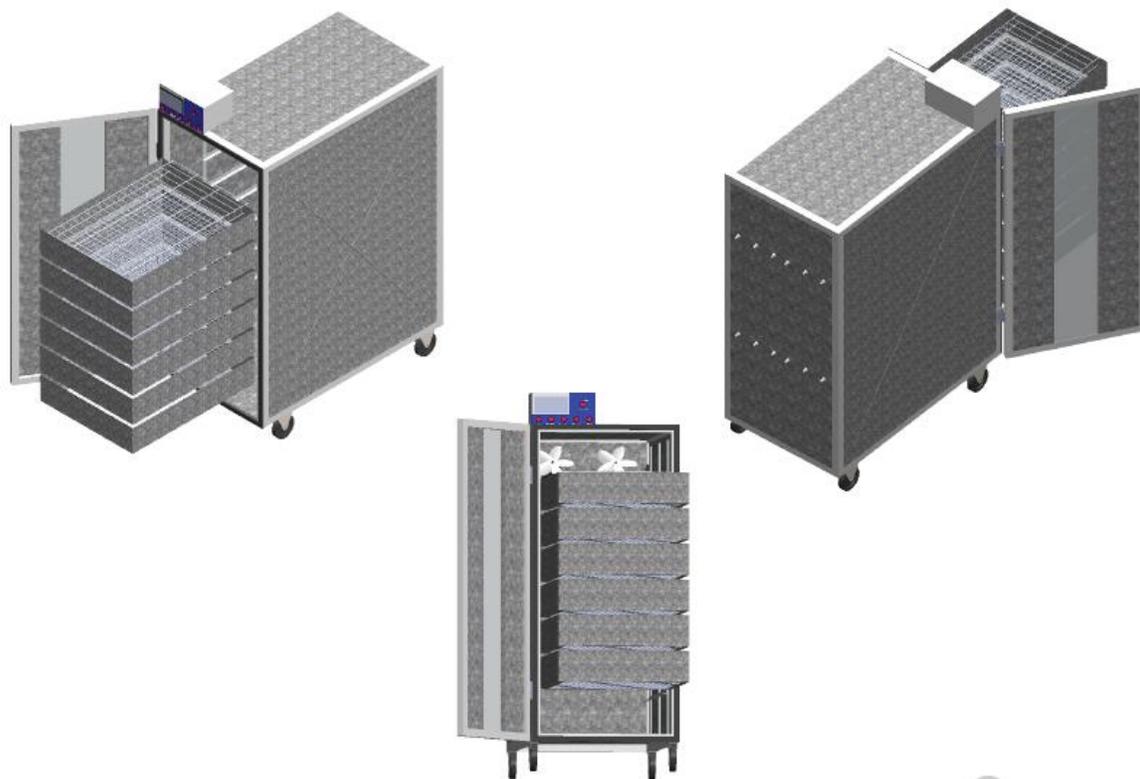


Figura 79. Vista general.

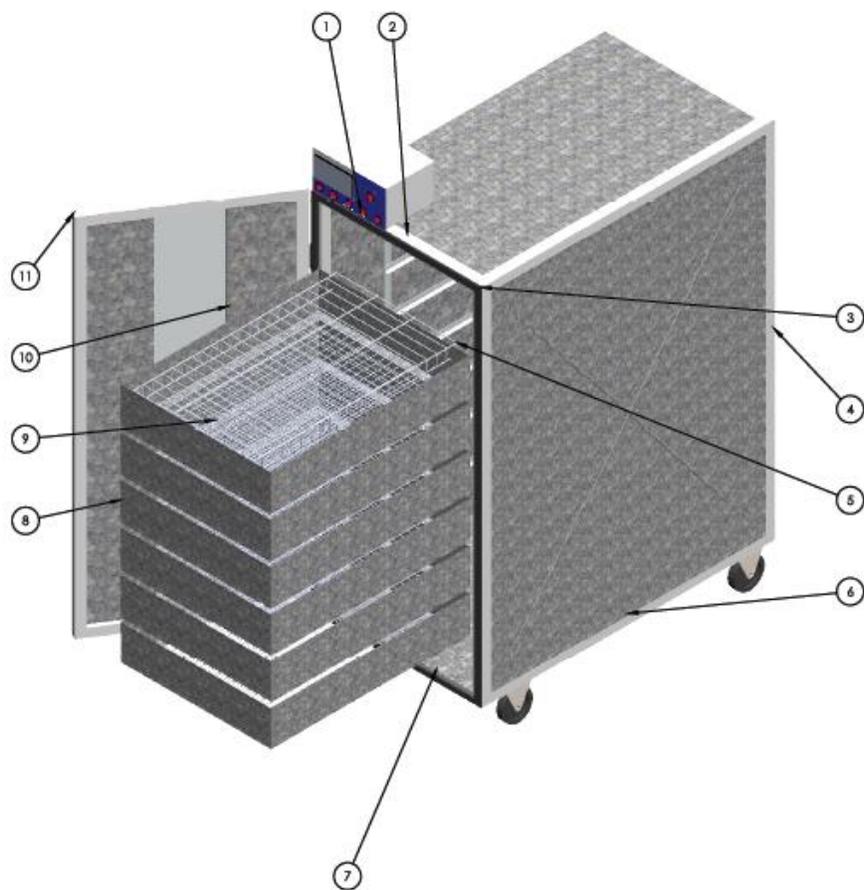


Figura 80. Componentes.

Tabla 8.  
Lista de componentes nacedera.

<b>N° del elemento</b>	<b>N° de pieza</b>	<b>Cantidad</b>
1	Caja de control	1
2	Lamina superior	1
3	Empaque puerta	1
4	Base	1
5	Rejillas	1
6	Tapas laterales	2
7	Lamina interior	1
8	Bandeja nacederas	6
9	Malla nacederas	6
10	Lamina y vidrio delantero	1
11	Puerta	1
12	Bisagra	4
13	Lamina interior tapa resistencias	1
14	Lamina interior tapas laterales	2
15	Aislador	12
16	Rueda base	4
17	B18.2.2.4M-Hex flange nut, M10 x 1.5, with 15WAF—C	12
18	Resistencias	1
19	Icopor	2
20	Tapas de resistencias	1
21	Icopor resistencias	1
22	B18.2.3.2M-Formed Hex screw, M10 x 1.5x70—26WC	12
23	Base ventilador	1
24	Ventilador	2
25	Base de las parrillas de las nacederas	2

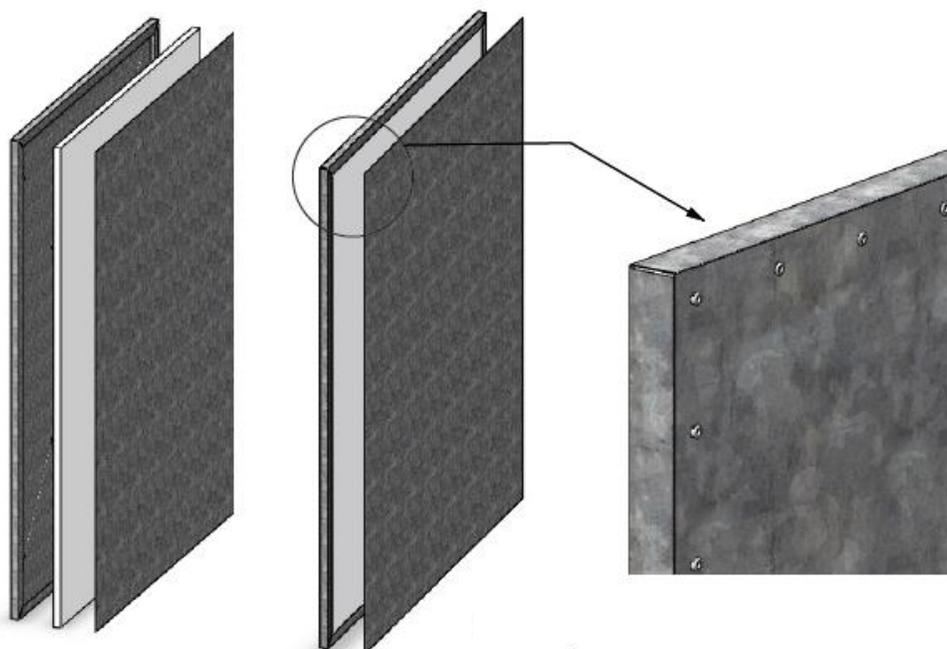


Figura 81. Remachado de las tapas laterales (Pre-ensamble).

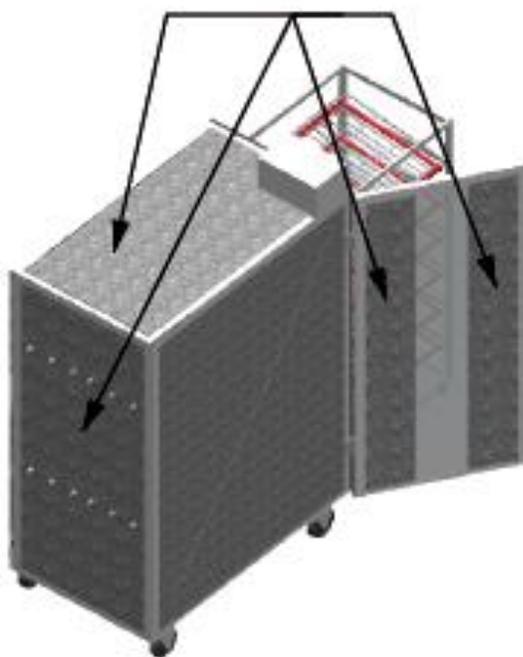


Figura 82. Proceso de remachado en las partes señaladas.



Figura 83. Postura del tornillo en la parte superior (Resistencia).

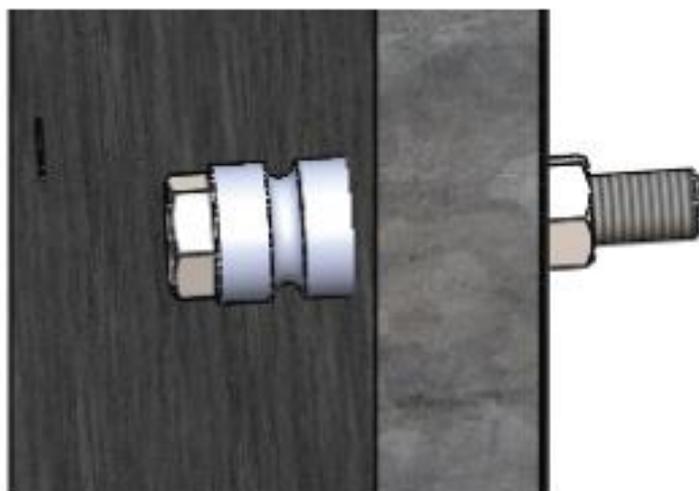


Figura 84. Postura final del tornillo en la parte superior (Resistencia).

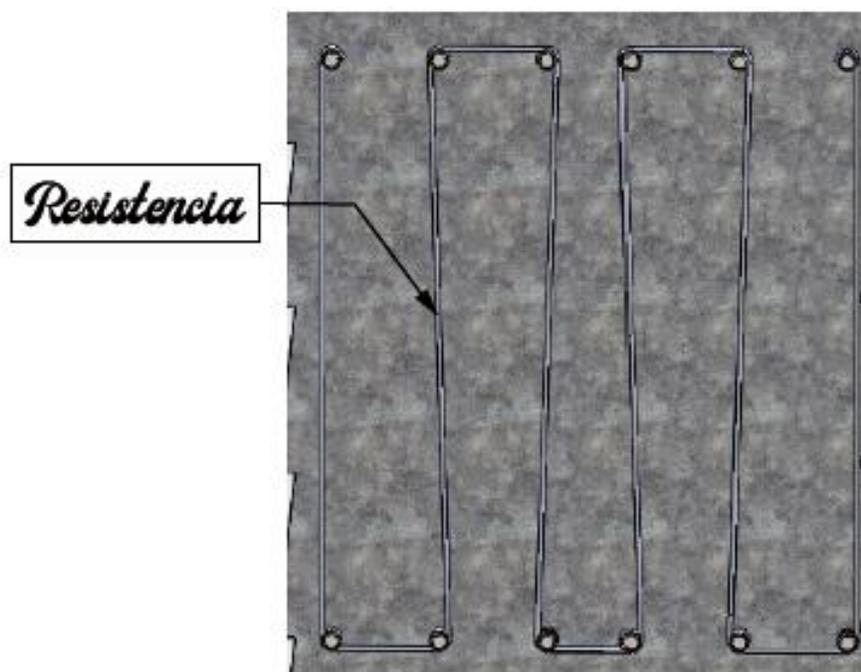


Figura 85. Posición de las resistencias luego de colocar los tornillos.

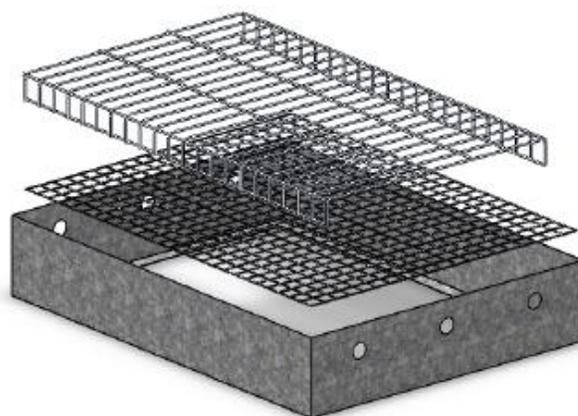


Figura 86. Despiece de las bandejas en la nacedera.



Figura 87. Vista general de la bandeja en la nacedera.

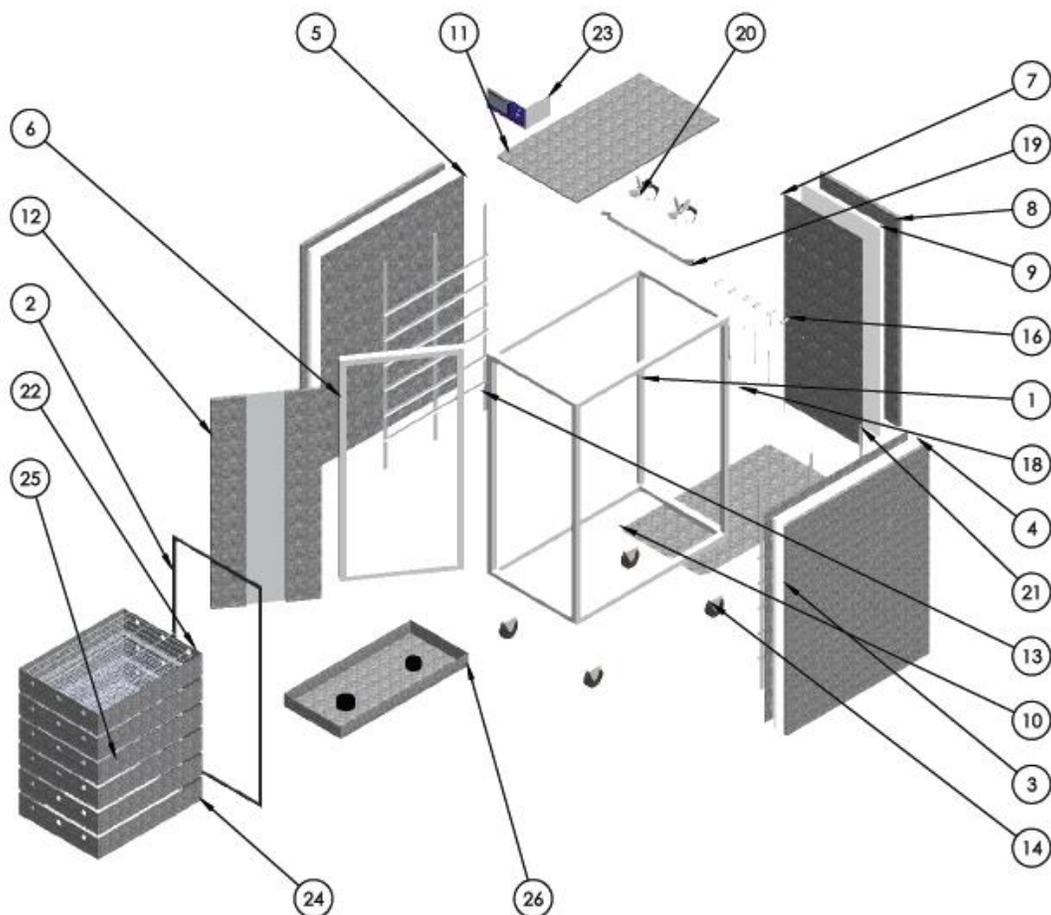


Figura 88. Despiece total.

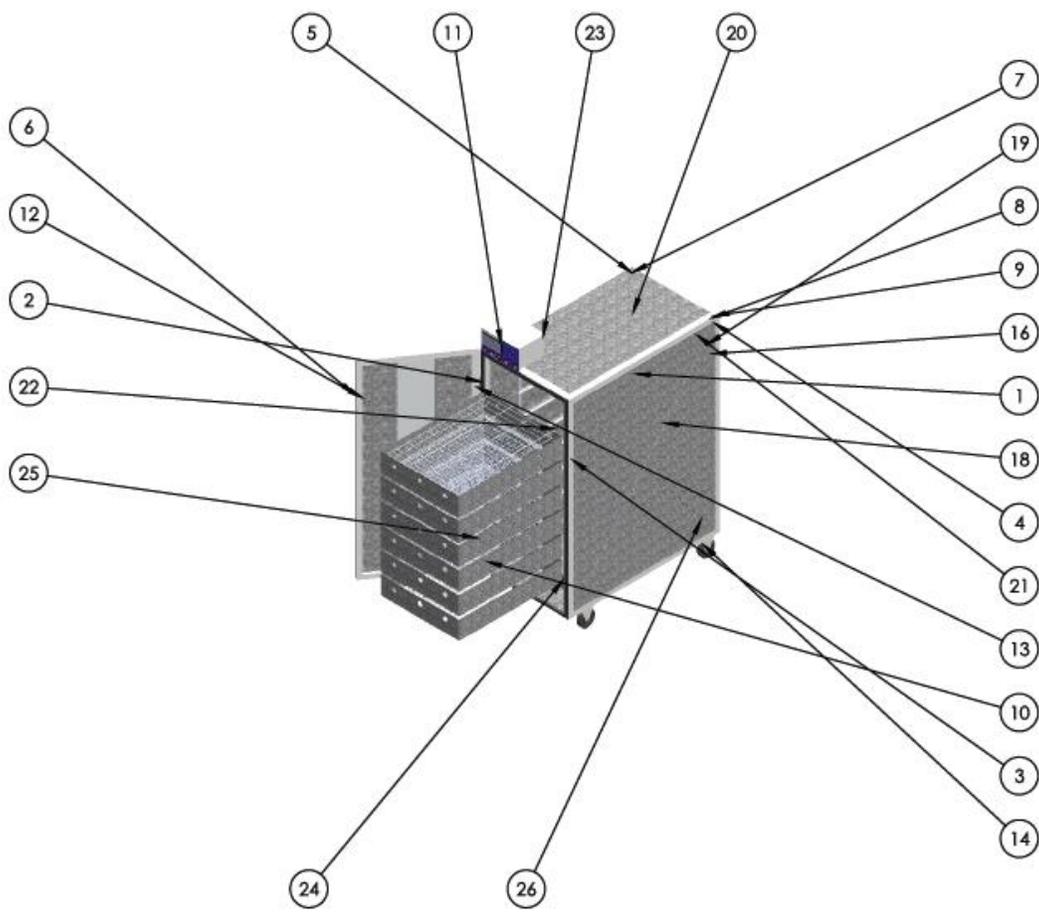


Figura 89. Componentes II.

Tabla 9.  
*Lista de componentes nacedera en el despiece total.*

<b>N° del elemento</b>	<b>N° de pieza</b>	<b>Cantidad</b>
1	Base	1
2	Empaque puerta	1
3	Tapas laterales	2
4	Icopor	2
5	Lamina interior tapas laterales	2
6	Puerta	1
7	Lamina interior tapa resistencias	1
8	Tapas de resistencias	1
9	Icopor resistencias	1
10	Lamina inferior	1
11	Lamina superior	1
12	Lamina y vidrio delantero	1
13	Bisagra	4
14	Rueda base	4
15	Aislador	6
16	B18.2.3.2M- Formded Hex Screw, M10x1.5x70 - 26WC	6
17	B18.2.2.4M – Hex Flange Nut, M10x1.5, with 15WAF--C	6
18	Resistencias	1
19	Base ventilador	1
20	Ventilador	2
21	Bases de las parrillas de las nacederas	1
22	Rejillas	1
23	Caja de control	1
24	Bandeja nacederas	6
25	Malla nacederas	6
26	Humificadores	1

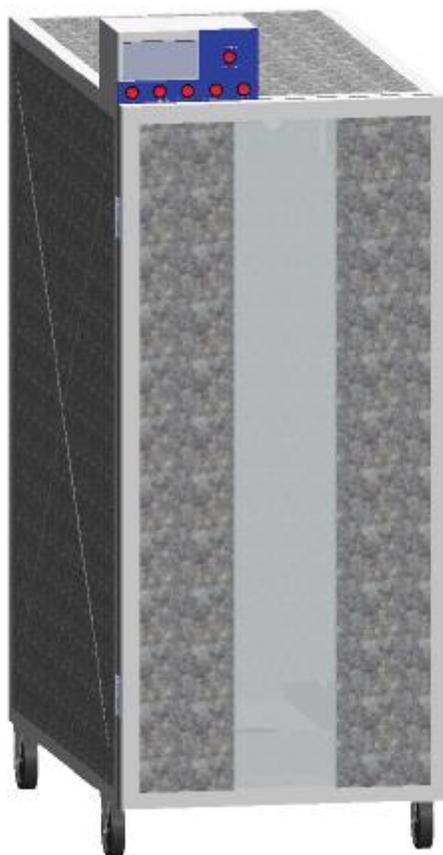


Figura 90. Nacadera I.



Figura 91. Nacadera II.

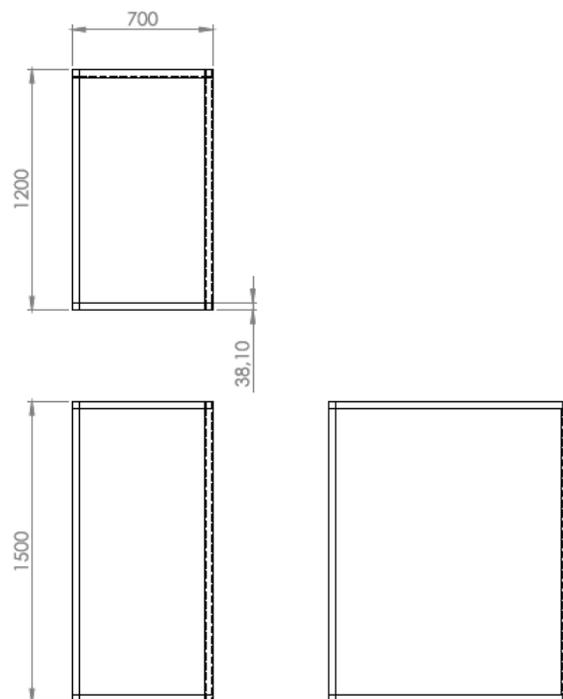


Figura 92. Vista general de la base.

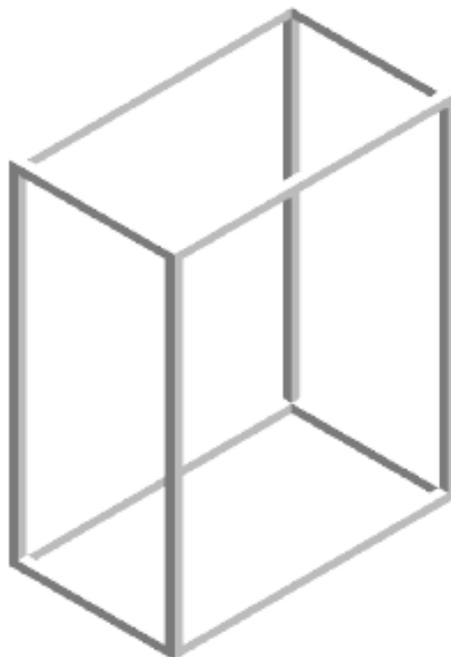


Figura 93. Base.

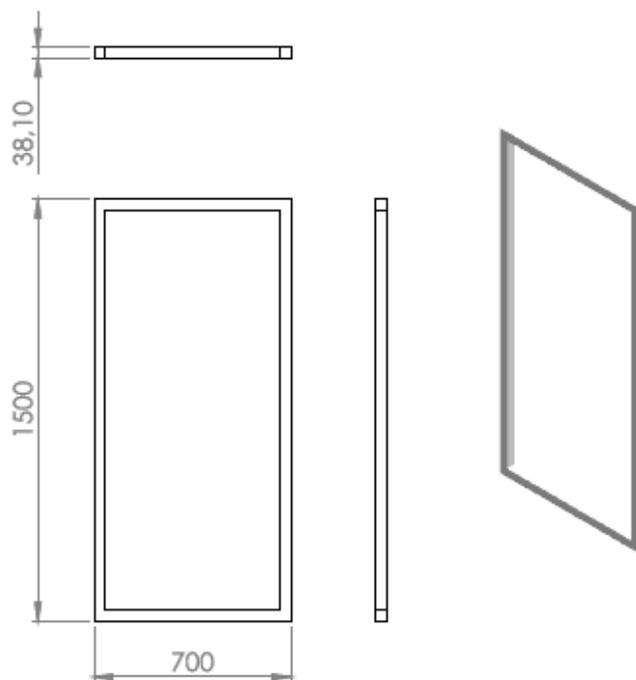


Figura 94. Vista general de la puerta.

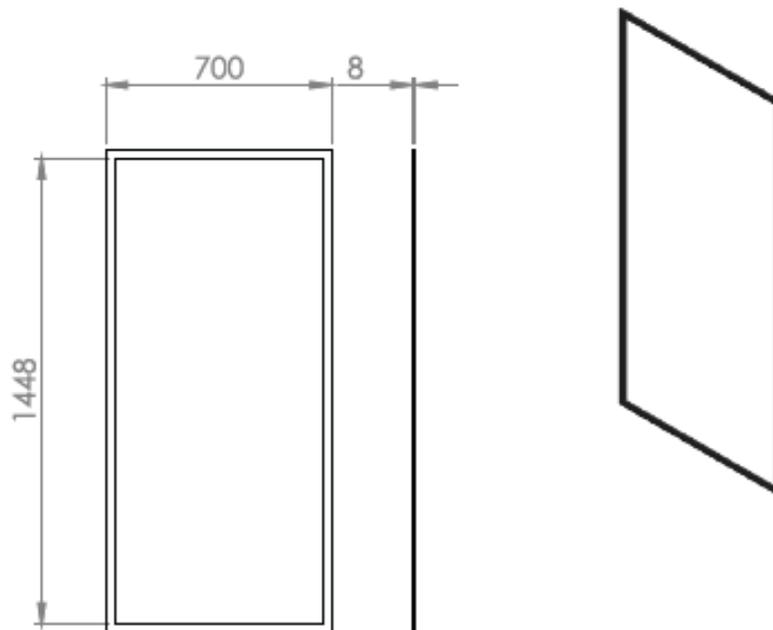


Figura 95. Vista general del empaque de la puerta.

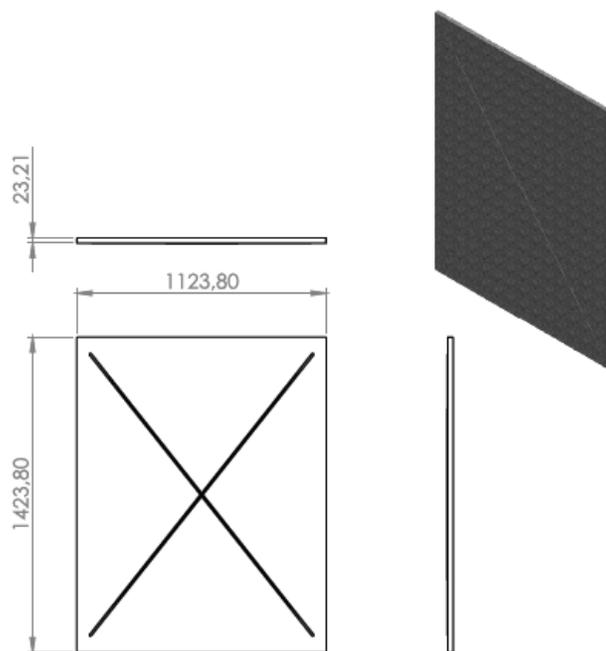


Figura 96. Vista general de las tapas laterales.

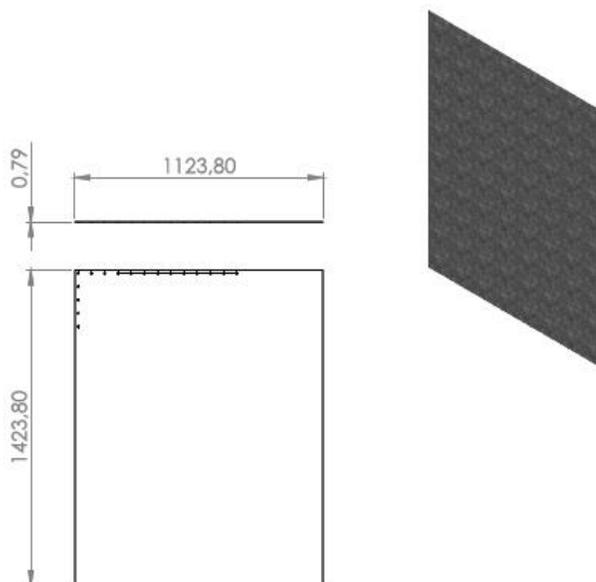


Figura 97. Vista general de la lámina interior.

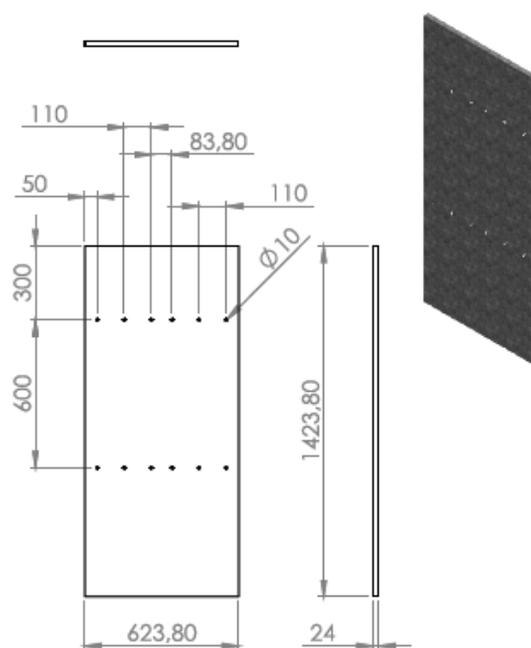


Figura 98. Vista general para la tapa de las resistencias.

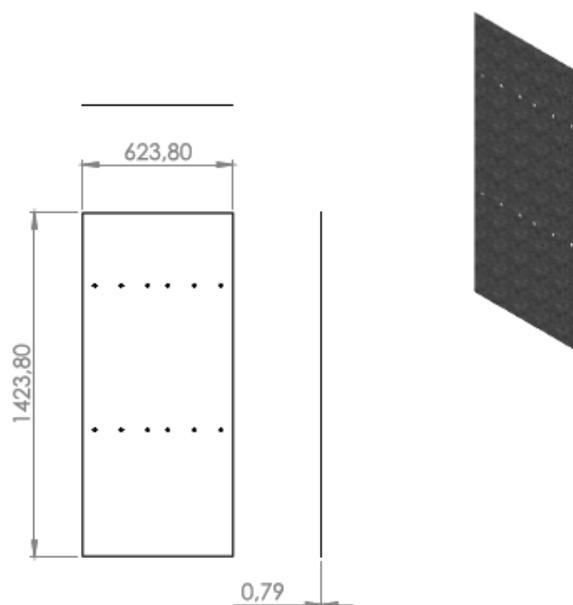


Figura 99. Vista general de la lámina interior para las resistencias.



Figura 100. Vista general de las láminas de poliestireno expandido.

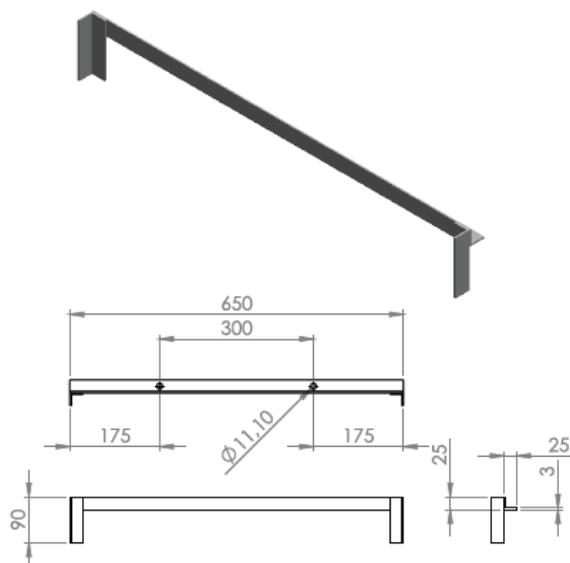


Figura 101. Vista general de la base del ventilador.

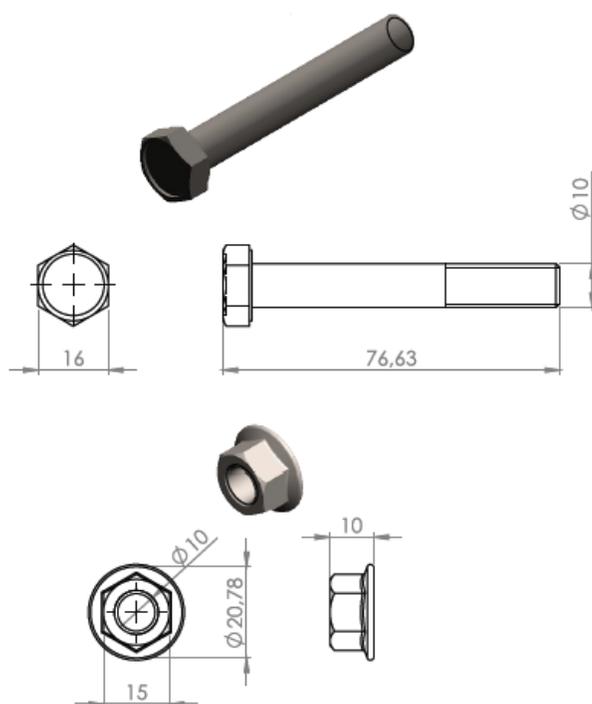


Figura 102. Vista general del tornillo y tuerca que complementan la base del ventilador.

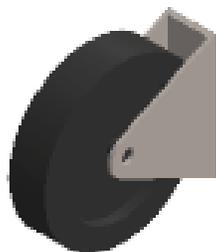


Figura 103. Ruedas genéricas para la base.

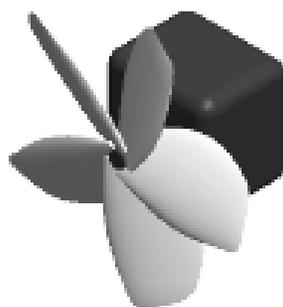


Figura 104. Ventilador de 5 alaveses a 120 voltios.

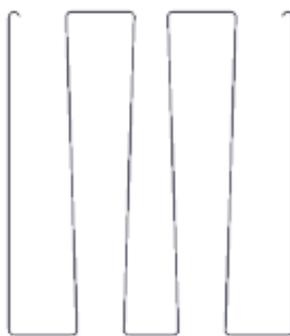


Figura 105. Resistencia resortada de ferroníquel.

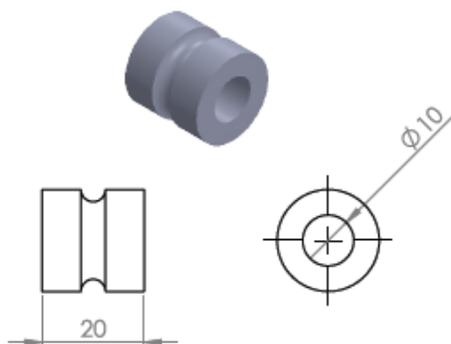


Figura 106. Vista general aisladores de fibra de vidrio.

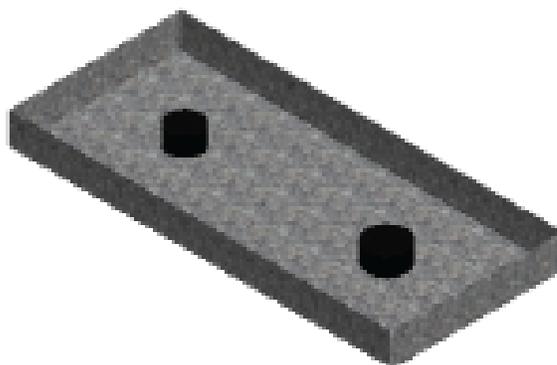


Figura 107. Humificadores dentro de un recipiente en agua.

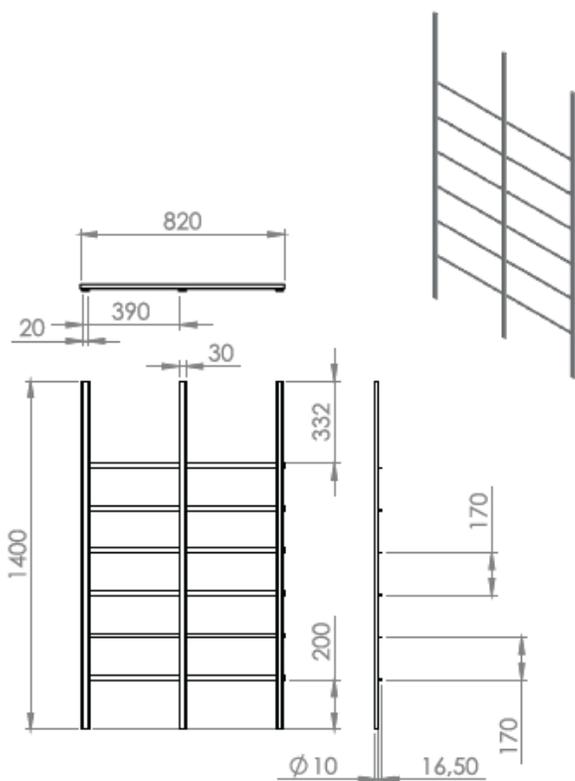


Figura 108. Vista general de la base de las bandejas en las nacederas.

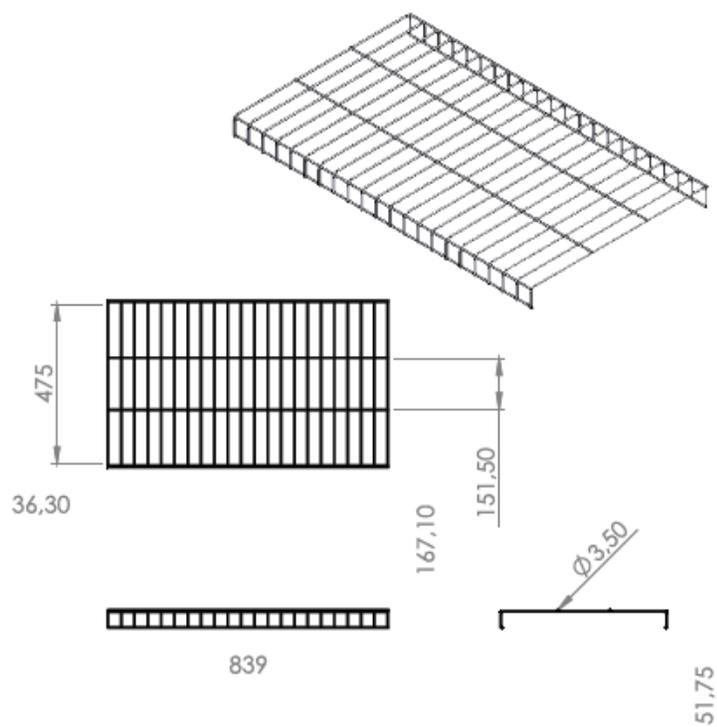


Figura 109. Vista general de las rejillas en la nacedera.

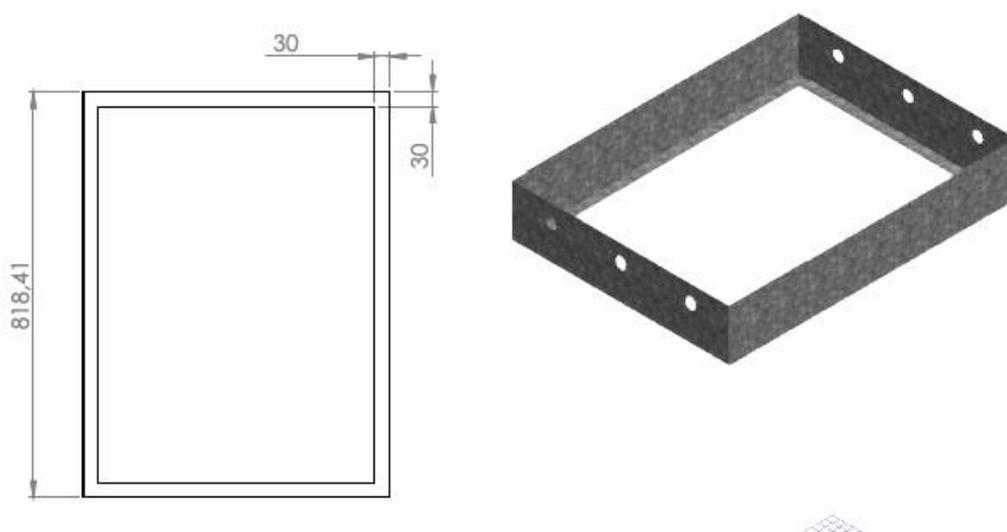


Figura 110. Vista general de las bandejas de la nacedera.

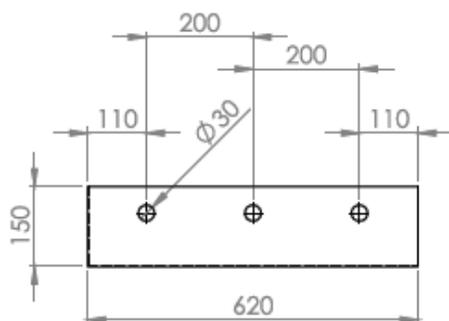


Figura 111. Vista general de las mallas en las bandejas de la nacedera.



Figura 112. Caja de control

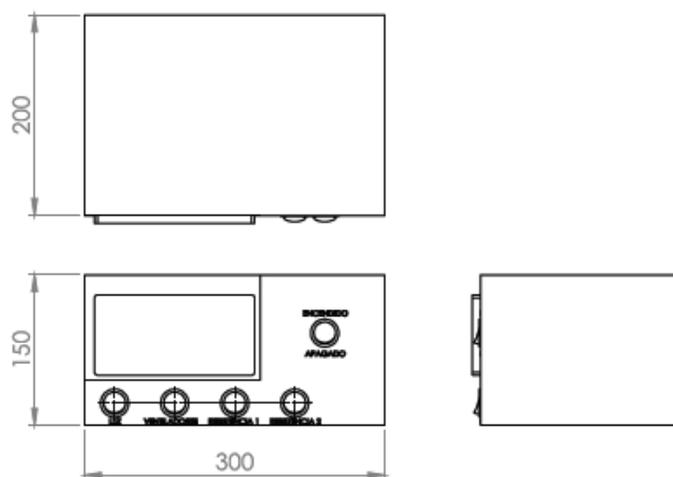


Figura 113. Vista general de la caja de control.

## Apéndice C. Construcción.



Figura 114. Construcción de la estructura externa.



Figura 115. Construcción de la estructura interna.



Figura 116. Doblez de las tapas laterales I.



Figura 117. Doblez de las tapas laterales II.



Figura 118. Instalación de las láminas de poliestireno.



Figura 119. Instalación de las tapas laterales I.



Figura 120. Instalación de las tapas laterales II.



Figura 121. Construcción de las bandejas y demás materiales.



Figura 122. Pintado de las estructuras.



Figura 123. Adaptación de las bases de las bandejas.



Figura 124. Adaptación de las guías para los portabandejas en la nacedera.



Figura 125. Instalación de las guías portabandejas.



Figura 126. Instalación de las rejillas en la incubadora.



Figura 127. Vista final de la incubadora.



Figura 128. Bandeja ensambladas.



Figura 129. Vista final de la nacedera.

### Apéndice D. Catálogos de selección de materiales.

Calibre	Espesor mm	Espesor pulg.	Peso kg/pie²	Peso kg/m²	3 x 6	Hojas aprox. x tonelada	3 x 8	Hojas aprox. x tonelada	3 x 10	Hojas aprox. x tonelada	4 x 8	Hojas aprox. x tonelada	4 x 10	Hojas aprox. x tonelada
16	1.52	0.0598	1.1340	12.210	20.412	49	27.216	37	34.020	29	36.287	28	45.359	22
17	1.37	0.0538	1.0206	10.989	18.371	55	24.494	41	30.318	33	32.659	31	40.823	25
18	1.21	0.0478	0.9072	9.768	16.330	61	21.773	46	27.216	37	29.030	34	36.287	28
19	1.06	0.0418	0.7938	8.547	14.288	70	19.051	53	23.814	42	25.401	39	31.751	32
20	0.91	0.0359	0.6804	7.326	12.247	82	16.330	61	20.412	49	21.772	46	27.215	37
21	0.84	0.0329	0.6237	6.715	11.227	89	14.969	67	18.711	54	19.958	50	24.947	40
1/32	0.79	0.0312	0.5917	6.372	10.653	94	14.205	70	17.756	56	18.934	53	23.668	42
22	0.76	0.0299	0.5670	6.105	10.206	98	13.608	74	17.010	59	18.144	55	22.680	44
23	0.68	0.0269	0.5103	5.494	9.185	10	12.247	82	15.309	65	16.329	61	20.412	49
24	0.61	0.0239	0.4536	4.884	8.165	123	10.886	93	13.608	74	14.515	69	18.144	55
25	0.53	0.0209	0.3969	4.273	7.144	140	9.526	105	11.907	84	12.701	79	15.876	63
26	0.45	0.0179	0.3402	3.663	6.124	164	8.165	123	10.206	98	10.886	92	13.608	74
27	0.42	0.0164	0.3118	3.357	5.612	179	7.483	134	9.354	107	9.979	100	12.474	80
28	0.38	0.0149	0.2835	3.052	5.103	196	6.804	147	8.505	118	9.072	110	11.340	88
29	0.34	0.0135	0.2551	2.747	4.592	218	6.122	164	7.653	131	8.165	123	10.206	98
30	0.30	0.0120	0.2268	2.442	4.032	248	5.443	184	6.804	147	7.257	139	9.072	110
31	0.27	0.0105	0.1984	2.136	3.571	280	4.700	213	5.950	169	6.340	158	7.936	126
32	0.24	0.0097	0.1843	1.984	3.317	302	4.423	227	4.423	181	5.890	170	7.370	136

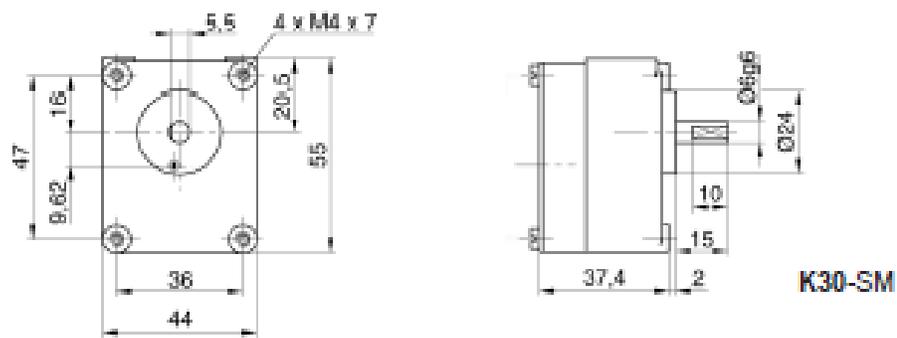
Figura 130. Ilustración para seleccionar el peso de la lámina de acero galvanizado calibre 22.

CARACTERÍSTICAS Y DENOMINACION							
TAMAÑO PERFIL				Espesor pared e	PESO		AREA cm <sup>2</sup>
TAMAÑO NOMINAL		REAL			Negro Kg/m	Galvanizado Kg/m	
PULGADAS	MILIMETROS	d mm	b mm	mm			
1 X 1	25 X 25	25,00	25,00	1,50	1,12	1,23	1,42
		25,00	25,00	2,00	1,49	1,60	1,90
		25,00	25,00	2,50	1,80	1,90	2,29
1 1/2 X 1 X/2	40 X 40	40,00	40,00	1,50	1,73	1,90	2,20
		40,00	40,00	2,00	2,32	2,49	2,95
		40,00	40,00	2,50	2,81	2,98	3,58
2 X 2	50 X 50	50,00	50,00	1,50	2,29	2,53	2,92
		50,00	50,00	2,00	3,04	3,31	3,87
		50,00	50,00	2,50	3,76	3,97	4,79
		50,00	50,00	3,00	4,48	4,62	5,70
2 3/8 X 2 3/8	60 X 60	60,00	60,00	1,50	2,67	2,94	3,39
		60,00	60,00	2,00	3,63	3,86	4,63
		60,00	60,00	2,50	4,37	4,63	5,56
		60,00	60,00	3,00	5,19	-	6,61
2 3/4 X 2 3/4	70 X 70	70,00	70,00	1,50	3,20	3,54	4,08
		70,00	70,00	2,00	4,32	4,65	5,50
		70,00	70,00	2,50	5,26	5,59	6,70
		70,00	70,00	3,00	6,19	6,52	7,89
3 X 3	75 X 75	75,00	75,00	3,00	6,35	-	8,41
		75,00	75,00	4,00	8,35	-	10,95
		75,00	75,00	5,00	10,30	-	13,36
		75,00	75,00	6,00	12,25	-	15,63
4 1/2 X 3 1/2	90 X 90	90,00	90,00	2,00	5,58	6,01	7,11
		90,00	90,00	2,50	6,81	7,23	8,68
		90,00	90,00	3,00	8,03	8,45	10,23
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	2,00	6,07	-	7,74
		100,00	100,00	2,50	7,53	-	9,59
		100,00	100,00	3,00	8,96	-	11,41
		100,00	100,00	4,00	11,73	-	14,95
		100,00	100,00	5,00	14,97	-	18,36
		100,00	100,00	6,00	17,88	-	21,63
	120 X 120	120,00	120,00	4,00	14,14	-	18,15

Figura 131. Ilustración para seleccionar el peso de las láminas rectangulares.

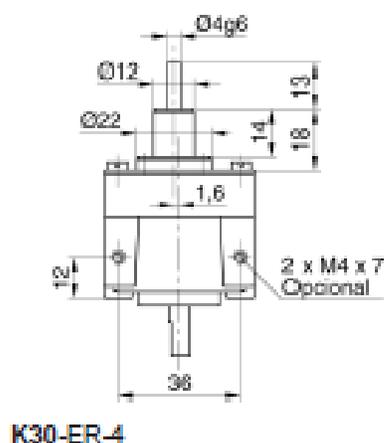
ANGULOS DE LADOS IGUALES									
DIMENSIONES	peso teórico por m.	DIMENSIONES	peso teórico por m.	DIMENSIONES	peso teórico por m.	DIMENSIONES	peso teórico por m.	DIMENSIONES	peso teórico por m.
1/8 x 1/2	0.55	1/8 x 1 1/2	1.82	3/16 x 1 3/4	3.12	1/4 x 2	4.76	5/16 x 2 1/2	7.80
1/8 x 5/8	0.71	1/8 x 1 3/4	2.12	3/16 x 2	3.70	1/4 x 2 1/4	5.50	5/16 x 2 3/4	8.40
1/8 x 3/4	0.88	1/8 x 2	2.30	3/16 x 2 1/4	4.06	1/4 x 2 1/2	6.31	5/16 x 3	9.20
1/8 x 7/8	1.03	3/16 x 1	1.78	3/16 x 2 1/2	4.90	1/4 x 2 3/4	6.80	5/16 x 3 1/2	11.10
1/8 x 1/2	1.19	3/16 x 1 1/8	1.94	1/4 x 1 1/4	2.90	1/4 x 3	7.29	5/16 x 4	13.00
1/8 x 1 1/8	1.35	3/16 x 1 1/4	2.17	1/4 x 1 1/2	3.44	5/16 x 2	5.95	3/8 x 2 1/4	8.03
1/8 x 1 1/4	1.51	3/16 x 1 1/2	2.65	1/4 x 1 3/4	4.25	5/16 x 2 1/4	6.96	3/8 x 2 1/2	8.78

Figura 132. Ilustración para seleccionar el peso de los ángulos.



K30-Fijación

Figura 133. Ilustración A para selección del motor reductor.



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Reductor de gran resistencia mecánica para trabajo duro e intensivo en cualquier posición, a temperatura ambiente de -15 a 50°C, con par de utilización hasta 3 Nm, con carga uniforme.

- **Caja.** De fundición inyectada en Zamak, con fijación frontal por cuatro tornillos roscados M4.
- **Reducción.** De engranajes rectos tallados, con piones y ruedas de acero con tratamiento térmico superficial antióxido. El rodaje intermedio gira en ejes de acero templado y rectificado, fijos en la caja.
- **Eje de salida.** De acero, de Ø28 x 15 mm de longitud útil, con rebaje plano. Gira en rodamiento de bolas por el lado de salida y de agujas por el lado posterior.
- **Carga en el eje de salida:**

Dirección axial a la tracción	200 N ≈ 20 Kg.
Dirección axial al empuje	20 N ≈ 2 Kg.
Dirección radial, a 8 mm desde la caja	150 N ≈ 15 Kg.
- **Engrase.** Grasa al filo, grado 2.
- **Peso neto.** Con máximo número de pesos: versión SM 0,30 Kg, versión ER-4 0,32 Kg.

### VERSIONES:

- **SM:** sin motor, con placa intermedia para adaptar otros motores de hasta Ø42 mm exterior, con eje de hasta Ø24 mm. Velocidad máxima recomendada 4.000 r.p.m.
- **ER-4:** sin motor, con un eje receptor de entrada de Ø24 mm, que gira en cojinete de bronce sinterizado, situado en lado opuesto al eje de salida.

### OPCIONAL:

- Eje de salida de Ø28, sin rebaje plano.
- Fijación vertical por dos tornillos roscados M4.

Evitar montar o desmontar ninguna pieza a golpes en el eje de salida, ya que podría dañar el reductor de forma irreparable.

Otras ejecuciones especiales, consultar.

Figura 134. Ilustración B para la selección del motor reductor.

**ROD 4-VNA-004-A-F00/BP-1/4-PL-NA-TP**  
**Código IMSA: 7010155**



www.imsa.co



**Características:**

Rodachinas ensambladas con un tenedor de lámina de acero con recubrimiento de pintura negra y rueda en polivinil color naranja o negro. Con doble balinera, con o sin freno.

**Usos:**

Ideal para usar en restaurantes, colegios, almacenes de cadena y muebles en general.



Material de la banda: Polivinil



Dureza de la banda:



Superficie de la banda: Semi redonda



Capacidad de carga: 115 Kg



Rodamiento: BALINERA DE PRECISIÓN



Protección de piso: Media

**Ficha técnica**

Febrero 2016

Todas las medidas son de referencia

Sujeción: A

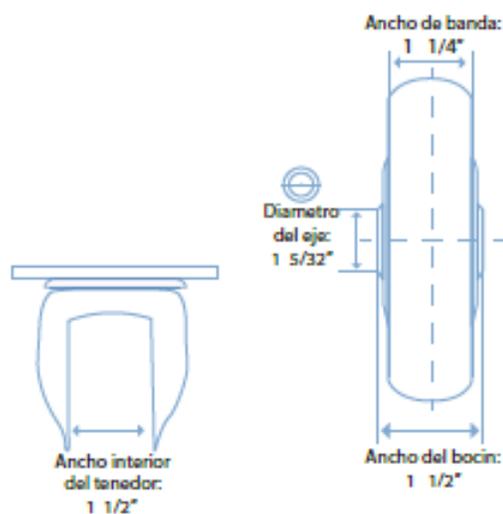
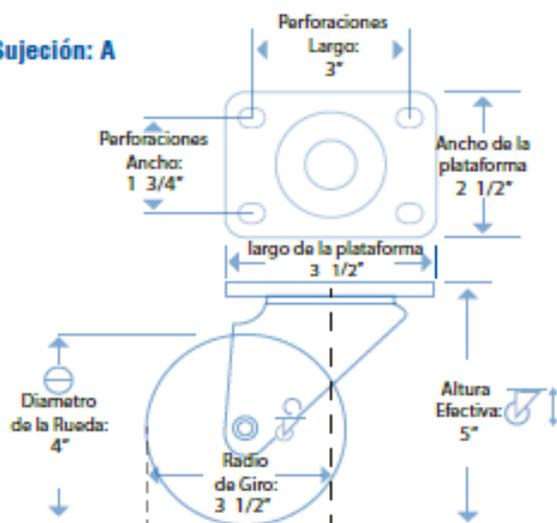


Figura 135. Ilustración para seleccionar los patines.

Apéndice E. Manuales de operación y mantenimiento.

### **Manual de operaciones.**

1. Cargar el carro de incubación con su determinada capacidad de huevos.
2. Llenar de agua las bandejas y poner sus respectivos humidificadores ultrasónicos.
3. Conectar el enchufe de la incubadora a la fuente de 110 v.
4. Activar el interruptor de encendido de la incubadora.
5. Configurar el controlador automático (temperatura, humedad y volteo) cuyos pasos se explican a continuación:
  - Oprimir el botón SET
  - Ingresar la temperatura máxima de operación 37.7°C.
  - Una vez ingresado el dato, presionar OK.
  - Ingresar la humedad relativa máxima de operación 60%.
  - Pulsar OK, una vez ingresado el parámetro.
  - Para programar el tiempo de volteo se pulsa el botón SET y flecha abajo al mismo tiempo.
  - La pantalla muestra un P1 que corresponde al tiempo en el cual se va a realizar cada volteo, es decir, 120 minutos.
  - Pulsar OK, una vez ingresado el parámetro.
  - La pantalla muestra un P2 que corresponde al tiempo de duración del volteo, cuyo dato va directamente vinculado al motor seleccionado, para el sistema diseñado tiene una duración de un minuto para dar toda la vuelta.
  - Pulsar OK, una vez ingresado el parámetro.

6. Activar seguida de esto los interruptores de luz, ventiladores y resistencias 1 y 2.
7. Activar al cuarto día el interruptor de volteo.
8. Durante 14 días mantener las bandejas de agua con un nivel considerado.
9. Al décimo quinto día hago la transferencia (pasar los huevos de la incubadora para las bandejas de la nacedera).
10. Conectar el enchufe de la nacedera a la fuente de 110 v.
11. Llenar de agua las bandejas y poner sus respectivos humidificadores ultrasónicos.
12. Activar el interruptor de encendido de la nacedera.
13. Configurar el controlador automático (temperatura y humedad).
  - Oprimir el botón SET
  - Ingresar la temperatura máxima de operación 36.5°C.
  - Una vez ingresado el dato, presionar OK.
  - Ingresar la humedad relativa máxima de operación 90%.
  - Pulsar OK, una vez ingresado el parámetro.
14. Activar seguida de esto los interruptores de luz, ventiladores y resistencias 1 y 2.
15. Para poder hacer la transferencia de los huevos debo presionar el pulsador de volteo que se encuentra en la parte superior de la caja de mando de la incubadora con el fin de que este me llegue a la posición lineal para poder sacar los huevos.
16. Al hacer la transferencia desactivo los interruptores de la caja de mando y retiro el enchufe de la fuente de 110 v de la incubadora.
17. En la nacedera el proceso dura cuatro días los cuales también los niveles de agua en las bandejas de humidificación son importantes.

18. Al cuarto día de estar en la nacedera ya el 80% de los polluelos deben haber nacido, lo cual me indica que debo ya de sacarlos.
19. Y por último desactivo los interruptores de la nacedera y retiro el enchufe de la fuente de 110 v.

### **Manual de mantenimiento.**

Al terminar cada proceso de la incubadora y de la nacedera se les realiza un aseo general y luego de esto, un día antes de hacer uso de ellas nuevamente se deben desinfectar cada una de las partes que la componen con el fin de que las tareas sean limpias y estéticas y que no hayan afectaciones en los huevos y en las aves que se obtendrán de nuevos procesos.