

**HORNO DESHIDRATADOR PORTÁTIL PARA ESTUDIOS DE  
INVESTIGACIÓN EN MICOLOGÍA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

**HELIO ALEXANDER LEAL CARVAJALINO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2006**

**HORNO DESHIDRATADOR PORTÁTIL PARA ESTUDIOS DE  
INVESTIGACIÓN EN MICOLOGÍA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

**HELIO ALEXANDER LEAL CARVAJALINO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para  
Obtener el título de Diseñador Industrial.**

**Director  
HÉCTOR JULIO PARRA  
M. Diseño Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2006**

## CONTENIDO

|                                  | <b>Pág.</b> |
|----------------------------------|-------------|
| INTRODUCCIÓN                     | 1           |
| 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO      | 2           |
| 1.1 TITULO DEL PROYECTO          | 2           |
| 1.2 OBJETIVOS                    | 2           |
| 1.2.1 Objetivo General           | 2           |
| 1.2.2 Objetivos Específicos      | 2           |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO   | 3           |
| 1.3.1 Origen del proyecto        | 3           |
| 1.3.2 Planteamiento del problema | 3           |
| 1.3.3 Formulación del problema   | 4           |
| 2. METODOLOGÍA                   | 5           |
| 2.1 MARCO TEÓRICO                | 5           |
| 2.2 ANÁLISIS DE LO EXISTENTE     | 5           |
| 2.3 ESTRUCTURA DEL PROBLEMA      | 5           |
| 2.4 DESARROLLO PROYECTUAL        | 6           |
| 2.5 REQUERIMIENTOS               | 6           |
| 2.6 ASPECTOS TÉCNICOS            | 6           |
| 2.7 ASPECTO FORMAL ESTÉTICO      | 6           |
| 2.8 ASPECTO SIMBÓLICO            | 6           |
| 2.9 FACTORES HUMANOS             | 7           |

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 2.10 ALTERNATIVAS                          | 7  |
| 2.11 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS             | 7  |
| 2.12 CONSTRUCCIÓN DE MODELOS               | 7  |
| 2.13 PROTOTIPO                             | 7  |
| 2.14 PRESENTACIÓN Y SUSTENTACIÓN           | 8  |
| 3. MARCO DE REFERENCIA                     | 9  |
| 3.1 MARCO TEÓRICO                          | 9  |
| 3.1.1 Estudio general de macro hongos      | 9  |
| 3.1.2 Colección de especímenes             | 13 |
| 3.1.3 Preservación                         | 15 |
| 3.1.4 Degradación del hongo                | 16 |
| 3.1.5 Contenido de humedad en macro hongos | 17 |
| 3.1.6 Deshidratación en organismos         | 18 |
| 3.1.7 Evaporación                          | 18 |
| 3.1.8 Conceptos de calor                   | 19 |
| 3.1.9 Presión                              | 20 |
| 3.1.10 Secado                              | 22 |
| 3.1.11 Definición de horno                 | 22 |
| 4. ESTRUCTURA DEL PROBLEMA                 | 25 |
| 4.1 ESTUDIO EN CAMPO                       | 25 |
| 4.1.1 Características de la zona           | 25 |
| 4.1.2 Equipo y material de trabajo         | 25 |
| 4.1.3 Búsqueda de muestras                 | 26 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 4.1.4 Recolección de muestras                          | 27 |
| 4.1.5 Cantidad de muestras colectadas                  | 29 |
| 4.1.6 Conclusiones                                     | 29 |
| 4.2 ANÁLISIS DE HORNOS UTILIZADOS EN LA DESHIDRATACION | 31 |
| 4.2.1 Secador de hongos con lámpara de petróleo        | 31 |
| 4.2.2 Secador de hongos electrico                      | 33 |
| 4.2.3 Secador de hongos con pipeta de gas              | 34 |
| 4.2.4 Deshidratador solar                              | 35 |
| 4.2.5 Deshidratador con calefactor electrico           | 37 |
| 4.2.6 Conclusiones                                     | 38 |
| 5. DESARROLLO PROYECTUAL                               | 39 |
| 5.1 ELECCIÓN DEL PROCESO DE DESHIDRATADO               | 39 |
| 5.1.1 Secado                                           | 39 |
| 5.1.2 Uso                                              | 40 |
| 5.1.3 Función                                          | 40 |
| 5.1.4 Estructura                                       | 41 |
| 5.1.5 Económicos o de mercado                          | 41 |
| 5.1.6 Formales                                         | 41 |
| 5.1.7 Conclusión                                       | 42 |
| 5.2 SECADO POR CONVECCIÓN                              | 42 |
| 5.2.1 Secado por convección forzada                    | 42 |
| 5.2.2 Cantidad de calor y aire                         | 45 |
| 5.2.3 Corriente de aire en el deshidratador            | 47 |

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 5.2.4 Fuerza motriz para impulsar el aire | 48 |
| 5.2.5 Recirculación del aire              | 49 |
| 5.2.6 Tiempo de secado                    | 49 |
| 5.3 FUENTE CALÓRICA                       | 49 |
| 5.3.1 Ley de Ohm                          | 50 |
| 5.3.2 Leyes de Kirchoff                   | 50 |
| 5.3.3 Pruebas Eléctricas                  | 51 |
| 5.3.4 Pruebas de Temperatura              | 54 |
| 5.3.5 Conclusiones                        | 55 |
| 5.4 FUENTE DE ENERGÍA                     | 55 |
| 5.4.1 Baterías portátiles                 | 56 |
| 5.4.2 Batería propuesta                   | 58 |
| 6. PROPUESTA                              | 59 |
| 6.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO              | 59 |
| 6.1.1 Uso                                 | 59 |
| 6.1.2 Función                             | 61 |
| 6.1.3 Estructura                          | 61 |
| 6.1.4 Económicos o de mercado             | 62 |
| 6.1.5 Identificación                      | 63 |
| 6.1.6 Legales                             | 64 |
| 6.1.7 Técnico productivo                  | 64 |
| 6.2 PARÁMETROS DE DISEÑO                  | 65 |
| 6.2.1 Uso                                 | 65 |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2.2 Función                                                            | 81  |
| 6.2.3 Estructura                                                         | 81  |
| 6.3 PROPUESTA FUNCIONAL                                                  | 81  |
| 6.3.1 Alternativas existentes de Secado de hornos por convección forzada | 81  |
| 6.3.2 Alternativas existentes de circulación interna de aire caliente    | 84  |
| 6.3.3 Sistema de circulación propuesto                                   | 86  |
| 6.4 ALTERNATIVAS FORMAL ESTÉTICAS                                        | 88  |
| 6.4.1 Alternativa 1: carcasa                                             | 88  |
| 6.4.2 Alternativa 2: carcasa                                             | 90  |
| 6.4.3 Alternativa 3: carcasa                                             | 92  |
| 6.4.4 Selección de alternativa                                           | 93  |
| 6.5 EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVA SELECCIONADA                                | 95  |
| 6.5.1 Dimensionado                                                       | 95  |
| 6.5.2 Modelado                                                           | 96  |
| 6.5.3 Despiece                                                           | 96  |
| 6.5.4 Elementos adicionales a la carcasa exterior                        | 98  |
| 6.5.5 Ensamble entre carcasas                                            | 99  |
| 6.6 MODELO DE PRUEBA                                                     | 101 |
| 6.6.1 Carcasa o cuerpo del horno                                         | 101 |
| 7. PRODUCTO                                                              | 108 |
| 7.1 PROCESOS DE PRODUCCIÓN                                               | 108 |
| 7.1.1 Estructura                                                         | 108 |
| 7.1.2 Estructura interna                                                 | 112 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 7.1.3 Mecanismos                    | 113 |
| 7.1.4 Sistema calefactor            | 116 |
| 7.2 FUNCIONAMIENTO                  | 118 |
| 7.3 RENDIMIENTO                     | 119 |
| 8. MERCADEO                         | 122 |
| 8.1 MARCA LOGO                      | 122 |
| 8.1.1 Nombre                        | 122 |
| 8.1.2 Logotipo símbolo              | 122 |
| 8.2 EMPAQUE EMBALAJE                | 124 |
| 8.3 MANUAL CATÁLOGO                 | 125 |
| 9. PRESUPUESTO                      | 127 |
| 9.1 FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO       | 127 |
| 9.1.1 Componentes eléctricos.       | 127 |
| 9.1.2 Tarjetas                      | 128 |
| 9.1.3 Estructura Externa del horno  | 128 |
| 9.1.4 Estructura interna del horno. | 129 |
| 9.2 PRECIO UNIDAD                   | 129 |
| 9.3 COSTO TOTAL PROYECTO            | 130 |
| CONCLUSIONES                        | 131 |
| RECOMENDACIONES                     | 133 |
| BIBLIOGRAFÍA                        | 134 |
| ANEXOS                              | 136 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                 | <b>Pág.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 1. Composición química en macro hongos frescos                                            | 17          |
| Tabla 2. Composición química en macro hongos secos                                              | 17          |
| Tabla 3. Datos de la zona                                                                       | 25          |
| Tabla 4. Procesos de secado                                                                     | 39          |
| Tabla 5. Valoración de uso                                                                      | 40          |
| Tabla 6. Valoración función                                                                     | 40          |
| Tabla 7. Valoración estructura                                                                  | 41          |
| Tabla 8. Valoración mercado                                                                     | 41          |
| Tala 9. Valoración aspectos formales                                                            | 41          |
| Tabla 10. Tiempo de secado                                                                      | 50          |
| Tabla 11. Características de pila                                                               | 56          |
| Tabla 12. Pilas alcalinas de manganeso                                                          | 56          |
| Tabla 13. Pilas botones alcalinos de manganeso                                                  | 57          |
| Tabla 14. Pilas níquel - cadmio                                                                 | 57          |
| Tabla 15. Batería hermética de plomo                                                            | 57          |
| Tabla 16. Batería plomo ácido                                                                   | 58          |
| Tabla 17. Antropometría de la mano                                                              | 66          |
| Tabla 18. Antropometría de la mano en vistas ventral abierta, radial abierta y ventral cerrada. | 68          |
| Tabla 19. Sistema hombre máquina                                                                | 71          |

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| Tabla 20. Transporte de carga                | 76  |
| Tabla 21. Significado de luces indicadoras   | 79  |
| Tabla 22. Botones y pulsadores               | 80  |
| Tabla 23. Valoración alternativas hornos     | 83  |
| Tabla 24. Valoración sistema de circulación  | 86  |
| Tabla 25. Selección alternativas             | 94  |
| Tabla 26. Procesos estructura externa        | 106 |
| Tabla 27. Procesos estructura interna        | 111 |
| Tabla 28. Proceso desarrollo de mecanismos   | 113 |
| Tabla 29. Desarrollo del sistema calefactor  | 116 |
| Tabla 30. Proceso de ensamble                | 118 |
| Tabla 31. Funcinamiento                      | 120 |
| Tabla 32. Consumo                            | 121 |
| Tabla 33. Resultados eficiencia              | 121 |
| Tabla 34. Presupuesto Componentes eléctricos | 127 |
| Tabla 35. Presupuesto tarjetas               | 128 |
| Tabla 36. Presupuesto Estructura externa.    | 128 |
| Tabla 37. Presupuesto Estructura interna.    | 129 |
| Tabla 38. Precio Unidad                      | 130 |
| Tabla 39. Costo proyecto                     | 130 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                | <b>Pág.</b> |
|------------------------------------------------|-------------|
| Figura 1. Partes de un agarical                | 11          |
| Figura 2. Ciclo de reproducción                | 12          |
| Figura 3. Equipo de trabajo                    | 26          |
| Figura 4. Búsqueda de muestras                 | 27          |
| Figura 5. Recolección de muestras              | 28          |
| Figura 6. Conservación de muestras             | 28          |
| Figura 7. Selección de muestras                | 29          |
| Figura 8. Estudio en Laboratorio               | 30          |
| Figura 9. Muestra a estudiar                   | 31          |
| Figura 10. Secador a petróleo                  | 31          |
| Figura 11. Secador eléctrico                   | 33          |
| Figura 12. Secador a gas                       | 34          |
| Figura 13. Secador Solar                       | 35          |
| Figura 14. Secador con calefacción             | 37          |
| Figura 15. Sistema calefactor                  | 43          |
| Figura 16. Difusor cónico                      | 43          |
| Figura 17. Difusor horizontal                  | 44          |
| Figura 18. Difusor stylovent                   | 44          |
| Figura 19. Rejilla con distribución unilateral | 44          |
| Figura 20. Rejilla con distribución central    | 45          |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 21. Rejilla con distribución bilateral                                  | 45 |
| Figura 22. Ventiladores                                                        | 49 |
| Figura 23. Resistencias Eléctricas                                             | 51 |
| Figura 24. Refractario                                                         | 51 |
| Figura 25. Prueba de ventilación                                               | 52 |
| Figura 26. Resistencia 120 v                                                   | 52 |
| Figura 27. Resistencia 12 v 16.6 amp                                           | 53 |
| Figura 28. Resistencia 12 v, 4 amp                                             | 53 |
| Figura 29. Resistencia 24 voltios 2 amperios                                   | 54 |
| Figura 30. Pruebas de calefacción                                              | 54 |
| Figura 31. Temperatura lograda                                                 | 55 |
| Figura 32. Dimensiones batería 12 v 7 amp. / 20 horas                          | 58 |
| Figura 33. Antropometría de la mano en vistas ventral cerrada y radial cerrada | 67 |
| Figura 34. Agarre bueno                                                        | 75 |
| Figura 35. Agarre regular                                                      | 76 |
| Figura 36. Agarre malo                                                         | 76 |
| Figura 37. Centro de gravedad                                                  | 77 |
| Figura 38. Deshidratador continuo a contracorriente                            | 81 |
| Figura 39. Deshidratador con Recirculación de aire bilateral                   | 81 |
| Figura 40. Secado con recirculación entre bandejas                             | 81 |
| Figura 41. Secado continuo                                                     | 83 |
| Figura 42. Circulación vertical                                                | 84 |
| Figura 43. Circulación Horizontal                                              | 84 |

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| Figura 44. Circulación frontal                    | 85  |
| Figura 45. Circulación vertical horizontal        | 85  |
| Figura 46. Propuesta sistema de circulación       | 86  |
| Figura 47. Diseño distribución stylovent          | 87  |
| Figura 48. Vista frontal distribución aire        | 87  |
| Figura 49. Isométrica ventilación                 | 88  |
| Figura 50. Sistema interno de circulación de aire | 88  |
| Figura 51. Bocetos carcasa exterior               | 89  |
| Figura 52. Modelado alternativa 1                 | 90  |
| Figura 53. Alternativa 2 carcasa exterior         | 90  |
| Figura 54. Dimensiones Alternativa 2              | 91  |
| Figura 55. Modelado alternativa 2                 | 92  |
| Figura 56. Estudio formal Alternativa 3           | 92  |
| Figura 57. Bocetos Alternativa 3                  | 92  |
| Figura 58. Dimensiones alternativa 3              | 93  |
| Figura 59. Remodelado Alternatva seleccionada     | 96  |
| Figura 60. Dimensiones del remodelado             | 96  |
| Figura 61. Propuesta manija                       | 97  |
| Figura 62. Puerta                                 | 97  |
| Figura 63. Modelado cara superior                 | 98  |
| Figura 64. Modelado contenedor de baterías        | 98  |
| Figura 65. Diseño de contenedor de bandejas       | 99  |
| Figura 66. Ensamble de componentes internos       | 100 |

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| Figura 67. Propuesta modelo externo              | 100 |
| Figura 68. Modelado en poliuretano, paso 1       | 101 |
| Figura 69. Modelado en poliuretano, paso 2       | 104 |
| Figura 70. Modelado en poliuretano paso 3        | 104 |
| Figura 71. Modelo prueba                         | 105 |
| Figura 72. Adecuación interna                    | 105 |
| Figura 73. Modelo salida de aire                 | 106 |
| Figura 74. Adecuación de componentes del sistema | 106 |
| Figura 75. Puesta en marcha del Modelo Funcional | 107 |
| Figura 76. Estudio de símbolo                    | 122 |
| Figura 77. Logotipo                              | 124 |
| Figura 78. Embalaje                              | 124 |
| Figura 79. Dimensiones caja                      | 125 |
| Figura 80. Catálogo                              | 125 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                           | <b>Pág.</b> |
|-------------------------------------------|-------------|
| Anexo A. Especificación Batería CBS       | 136         |
| Anexo B. Caída batería 12 v 7 amp. / 20 H | 138         |
| Anexo C. Teoría de Pila                   | 140         |
| Anexo D. Estufas CN                       | 147         |
| Anexo E. Pruebas Eléctricas               | 150         |
| Anexo F. Teoría y clase de Secadores      | 152         |
| Anexo G. Planos Técnicos                  | 176         |

## GLOSARIO

**Amiloidea:** (s) (del gr. ámylon, almidón, y del suf. -oide, de oeídes, semejante a) que se tiñe de azul con el reactivo de Melzer, por contener sustancias amiláceas. Por ejemplo, las

**Anastomosis:** (del gr. anastomosis, conexiones entre lámelas o lamélulas).

**Apendiculado,** da (del lat. Apendiculatus, de appendix, apéndice) porción del velo parcial que queda colgando del borde del píleo después de su ruptura y separación.

**Apical** (del lat. apex, apicis) generalmente se aplica a la porción del estípite cerca al píleo.

**Alveolado,** da (del lat. alveolatus ahondado, cavado) con hoyos o depresiones profundas llamados alvéolos.

**Basidio** (del gr. basídion, dim. de básis, base; en lat. basidium, pequeña base; aquí de las esporas) célula especial característica de los basidiomicetes sobre la cual se forman las

**Basidiocarpo** (del gr. basídion, basidio, y karpós, fruto) cuerpo fructífero de los basidiomicetes que produce basidios y basidiosporas.

**Coprófilo** (del gr. cópros, estiércol, y phílos, amigo) que crece sobre Estiércol.

**Escamoso** (sa): (del lat. squamoso, escama) que tiene escamas, es decir, fibrillas dispuestas en grupos o fascículos.

**Estriado,** da (de estría, y éste del lat. stria, raya, surco) superficies con hendiduras o estrías.

**Fibriloso,** sa (del lat. fibrillosus) que posee fibrillas finas entremezcladas.

**Fibroso,** a (del lat. fibrosus) que tiene fibrilla o que es delgado como una fibra.

**Furfuráceo,** a (del lat. furfuraceus, y éste de fúrfur, salvado, y también caspa), cubierto con escamitas como las de la caspa o del salvado.

**Glutinoso,** a (del lat. glutinosus, pegajoso) extremadamente viscoso y muy pegajoso.

**Lacunoso**, a (del lat. lacunosus, laguna) con hoyos profundos rodeados por crestas.

**Lignícola** (del lat. lignicola, y éste de lignum, madera, leña, y -cola, de colere, habitar) que vive sobre madera.

**Pruinoso**, a (del lat. pruinosis, de pruina, escarcha, nieve) que tiene textura harinosa.

**Pubescente** (del lat. pubescentis, de pubescere, cubrirse de vello) superficie cubierta con pelos finos y suaves.

**Rugoso**, sa (del lat. rugosus, de ruga, arruga) arrugado o plegado.

**Seudorriza** extensión en forma de raíz que posee el estípita y que se extiende en el suelo u otro sustrato.

**Somático**, a (del gr. somatikós, de cuerpo) perteneciente o relativo al soma, ya sea en estructura o en funciones, pero no a las IB pifias o fases reproductivas.

## RESUMEN

**TITULO:** HORNO DESHIDRATADOR PORTÁTIL PARA ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN EN MICOLOGÍA, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN\*

**AUTOR:** LEAL CARVAJALINO HELIO ALEXANDER\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Deshidratación, horno, micología, hongos.

### DESCRIPCIÓN:

El proyecto en sí surge de la búsqueda de un equipo deshidratador portátil por parte de la comunidad científica y estudiantes dedicados a desarrollar estudios en micología basandose en muestras en este caso macro hongos colectados en campo. Se conocieron los requerimientos y condiciones de temperatura en que deben estar las muestras para su posterior estudio y preservación, tambien que factores humanos debería cumplir este equipo relacionado con las salidas y estudios en campo. Todo esto se amplia dentro de un marco conceptual donde se fundamentan las incognitas dando condiciones para resolver teórica y practicamente los problemas sugeridos y los resultantes en el desarrollo del proyecto.

En el proceso de diseño se buscó soluciones existentes, analizando los aspectos de uso y función; realizando una aplicación del concepto de convección forzada de transferencia de calor. La temperatura no escede los 55° C ni debe estar por debajo de los 40° C este calor es transferido por un sistema simple de calefacción: resistencias eléctricas y ventilador, el sistema requiere es alimentado energéticamente por 24 voltios 2,5 amp suministrados por 2 baterías estacionarias de 12v 7.2am/20hrs en DC. y un transformador de corriente 110 v AC, 12vDC 24 dc para la recarga de baterías y su uso en tomacorriente urbana. La circulación del aire internamente ha de ser con bajas velocidades para impedir la remoción de esporas contenidas en el cuerpo fructífero propias para estudios posteriores.

Despues de una selección de alternativas se escoge la que se acerca más a los objetivos del proyecto y así se desarrolla un modelo funcional donde se realizan pruebas de eficiencia, análisis y justificación de su diseño haciendo los respectivas correcciones llegando así a su geometría general junto con los componentes: puerta manijas, mecanismos, mantenimientos, interacción y operación del equipo en un diseño limpio y minimalista en sus líneas, volúmenes y superficies. Tambien con este modelo se plantean que procesos, materiales componentes y acabados finales son los mas acordes para su fabricación y así se avanza hacia el prototipo con resultados tales como un contenedor interno en acero inoxidable, bandejas de llenado en aluminio, carcasa externa en resina y fibra de vidrio, acabados con duretan y color externo blanco brillante; haciendo armonía con displays y boton de encendido barra de manijas y ensambles con acabados metálicos. El horno deshidratador portátil se proyecta como un equipo indispensable para el estudio en micología gracias a que su diseño ofrece garantías en factores estéticos, ergonómicos y su rendimiento en campo muestra una eficiencia en preservación de muestras para su estudio en laboratorio.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de ciencias físico mecánicas .Escuela de Diseño Industrial. Director. MDI Héctor Julio Parra.

## SUMARY

**TITLE:** PORTABLE OVEN DEHYDRATOR FOR RESEARCH STUDIES IN MYCOLOGY, DESIGN AND CONSTRUCTION

**AUTOR:** LEAL CARVAJALINO HELIO ALEXANDER

**KEY WORDS:** Dehydration, oven, mycology, mushrooms.

### DESCRIPTION:

The project suggests the search for a portable oven system by the scientific community and students dedicated to develop studies in mycology being based on samples in this case macro mushrooms collected in field. The requirements and conditions of temperature for the samples were known for its further study and preservation, also the human factors that should the system accomplish related to the field work. Thus, this work was expanded within a conceptual framework, where the problems were explained, establishing the conditions to solve the problems theoretically and practically. In the design process were considered existent solutions, analyzing the use aspects and function; using the concept of forced convection of heat transfer. Temperature should not exceed 55° C or descend 40° C, these heat is transferred through a simple heating system: electric resistances and fan, the system is fed energetically by 24 volts 2,5 amp given by 2 batteries stationary of 12v 7.2am/20hrs in AD. and a current transformer 110 v AC, 12vDC 24 dc for the recharge of batteries and their use in urban plug.

The circulation of the air internally must be at low speeds to prevent the spore removal contained in the fruitful body, and needed for later studies. After a gamut of alternatives, the one which is closest to the projects' goals is chosen and this way a functional model is developed and the efficiency tests were carried out as well as the analysis and justification of the design. Any necessary corrections are done and the general geometry is reached with that of its components: door handles, mechanisms, maintenance, interaction and operation of the equipment in a clean and minimalist design with its lines, volumes and surfaces.

With this model, the processes, component materials and finishing touches that go according are established for its production to go forth with the prototype with results such as inner container in stainless steel, internal aluminum trays, external case in resin and fiberglass, finishing touches with urethane and external color in bright white; creating a harmonious design with that of the display and power button, handles, and ensemble with a metallic look. The portable dehydrator oven is projected as a necessary equipment for mycological research thanks to its design which offers guarantees in esthetic factors, ergonomics, and its performance in the field shows efficiency in preservation of the samples for their study in the laboratory.

---

\* Degree project

\* Ability of sciences physique mechanics. School of Industrial Design. Director. MDI Héctor Julio Parra.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los factores primordiales que hace avanzar la ciencia o el conocimiento y en este caso el estudio centrado hacia los macro hongos, se debe a la dotación de equipos y herramientas eficientes que satisfagan los requerimientos del investigador; para esto se debe pensar en lo importante que es dar solución a los problemas planteados que hacen imposible la realización de cualquier estudio ó proyecto.

Se toma como origen del proyecto en como hacer para tratar térmicamente un macro hongo muestra recién colectada para que esta no se degrade hasta el momento en que es sometida a estudio.

El mismo micólogo sabe de su problema y plantea cual puede ser la solución, pero ¿como llevarla a la realidad? Ahí es cuando el diseñador industrial juega un papel importante en el avance hacia el estudio realizado por el micólogo; esta indicación sirve para pensar en la realización del proyecto horno deshidratador portátil,

Durante el desarrollo del proyecto surgen un sin número de situaciones por resolver tanto en la parte técnica como formal y funcional; el diseño y construcción se lleva a par con la parte técnica ya que dependen y se relacionan entre ellos, para esto el diseñador se vale de ser interdisciplinario y tomar decisiones como por ejemplo: forma ó geometría del aparato, color, qué fuentes de energía o qué sistema de transferir calor, recursos, materias primas etc.

## **1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1 TITULO DEL PROYECTO**

Horno deshidratador portátil para estudios de investigación en micología, Diseño y construcción.

### **1.2 OBJETIVOS**

#### **1.2.1 Objetivo General.**

- Diseñar un horno deshidratador portátil con el fin de adquirir mejores muestras de macro hongos recolectadas durante la investigación en campo, para su preservación y estudio.

#### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

- Realizar un estudio general en preservación de macro hongos con el fin de conocer los requerimientos técnicos y científicos indispensables para la funcionalidad del deshidratador.

- Conocer los procesos de investigación y métodos de recolección realizados por el micólogo en campo, para hallar las causas que pueden llevar a una defectuosa muestra para su análisis.

- Hacer un estudio morfológico de los diversos grupos y especies de macro hongos para que contribuya al diseño físico y estructural del horno.

- Estudiar las diversas fuentes de calor y energía para obtener la más indicada para su alimentación y control térmico.
- Elaborar un prototipo funcional con el fin de contribuir a la preservación de especímenes fúngicos<sup>1</sup> para la colección micológica del herbario UIS, ofreciendo así el Diseño Industrial como una exigencia para el avance científico.
- Emplear aspectos ergonómicos que ayuden a un buen desempeño y operación del horno que favorezcan el desenvolvimiento del investigador en campo.
- Utilizar recursos técnicos y científicos de la región para la fabricación y desarrollo del proyecto.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

**1.3.1 Origen del proyecto.** Los micólogos han utilizado diversas formas en el secado de hongos para lo cual recomiendan fuentes cuya temperatura no exceda los 60° C, una temperatura mayor puede cocinar las colecciones y hacerlas inservibles desde el punto de vista taxonómico. En la preservación de especímenes el secado inicial se realiza utilizando fuentes de calor como el sol, fogones o estufas a petróleo, bombillas y se ha venido implementando últimamente calentadores eléctricos y deshidratadores de frutas.<sup>2</sup>

**1.3.2 Planteamiento del problema.** Deshidratadores enfocados para el uso de la micología no han sido disponibles, al parecer no existen, hasta la fecha la improvisación de los micólogos con fuentes y hornos para el secado no satisfacen las exigencias técnico científicas, y otros aspectos que involucran directamente al

---

<sup>1</sup> Véase glosario de términos.

<sup>2</sup> FRANCO Ana E. Setas de Colombia guía de campo. U. De Antioquia Colciencias 2000.

diseño, que pueden maximizar en un futuro el desempeño del investigador en campo y por lo tanto avanzar en los estudios pertinentes a la micología.

**1.3.3 Formulación del problema.** Para el secado y deshidratación de hongos en campo se ha experimentado con diversas fuentes y procesos dando como resultado problemas tales como: limitación del espacio para especímenes de gran tamaño, sobrecalentamiento y cocción por temperaturas no controladas, por lo tanto se busca mejorar la calidad de muestras.

## **2. METODOLOGÍA**

Se basa primero en la recopilación y análisis bibliográfico por áreas que influyen directamente con el proyecto para esto se tiene claro los objetivos y necesidades para su desarrollo; estos conceptos y datos se consigan dentro del marco teórico, también se hace un estudio en algunas salidas a campo donde se analiza la realización actual de la recolección de muestras con el seguimiento del proceso de preservación. Se hace un desarrollo proyectual teniendo claro los aspectos y parámetros técnicos, ergonómico de diseño, formales, estéticos, producción y económicos.

### **2.1 MARCO TEÓRICO**

Se sintetiza los temas más relevantes para dar solución al desarrollo del proyecto, entre estos temas a destacar el estudio general de macrohongos, su historia, morfología, colección de especímenes. Se incluye además conceptos de transferencia de calor y energía.

### **2.2 ANÁLISIS DE LO EXISTENTE**

Se hace una búsqueda de los diferentes artefactos utilizados en la deshidratación de hongos, para detectar los problemas y ventajas que tiene el investigador en el campo.

### **2.3 ESTRUCTURA DEL PROBLEMA**

Se inicia con un estudio en campo haciendo una conclusión de la salida delimitando las necesidades y definiendo más el problema.

## **2.4 DESARROLLO PROYECTUAL**

Se selecciona el proceso de secado y se hace un estudio técnico de la fuente de energía.

## **2.5 REQUERIMIENTOS**

Se describen los aspectos más importantes para iniciar con propuestas que den solución a las necesidades más básicas del proyecto de tal forma que vaya evolucionando hacia una propuesta final.

## **2.6 ASPECTOS TÉCNICOS**

Incluye factores y datos técnicos que el proyecto necesita para su elaboración como estimación del contenido de humedad estimación del contenido de humedad en macro hongos grado de secado, detalles del sistema calefactor, fuente de energía, materias primas y procesos de fabricación.

## **2.7 ASPECTO FORMAL ESTÉTICO**

Lograr una coherencia entre las diversas partes y estructuras analizando las proporciones, texturas, colores, acabados de materiales, factores psicológicos del operario en campo con el fin de lograr una mejor percepción y eficiencia al momento de operar el horno.

## **2.8 ASPECTO SIMBÓLICO**

De acuerdo con ciertas pautas establecidas por los mismos investigadores en el entorno en que se desenvolverá el proyecto, se tiene en cuenta para el diseño que su forma y función identifiquen la labor a realizar por el micólogo.

## **2.9 FACTORES HUMANOS**

Por medio del conocimiento de los determinados aspectos y procesos a realizar por el operario se quiere llegar a un fácil manejo del horno, un cómodo transporte y su interacción en el medio donde será utilizado, mediante un estudio ergonómico y antropométrico complementándolo con las alternativas y modelos.

## **2.10 ALTERNATIVAS**

Haciendo un análisis de los requerimientos y teniendo en cuenta posibles cambios se hacen las diferentes alternativas en cada objetivo y aspectos propios del proyecto.

## **2.11 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

Se realiza una valoración de las alternativas priorizando las que cumplen con los requisitos y satisfacen las necesidades de diseño.

## **2.12 CONSTRUCCIÓN DE MODELOS**

En esta etapa se examina las alternativas seleccionadas para realizar una serie de pruebas y modelos de todos los aspectos a escala real, utilizando herramientas de modelado tanto practicas como virtuales.

## **2.13 PROTOTIPO**

Luego de efectuar los modelos y sus mejoras se construye el horno deshidratador portátil, realizando pruebas de operación y rendimiento.

## **2.14 PRESENTACIÓN Y SUSTENTACIÓN**

Se hace la presentación del proyecto ante el jurado y asistentes por medio del material audiovisual, exponiendo el desarrollo de los objetivos cumplidos sustentados con el prototipo en marcha.

### 3. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 MARCO TEÓRICO

**3.1.1 Estudio general de macro hongos.** Las setas, hongos carnosos que poseen himenóforo<sup>3</sup>, pertenecen a los órdenes Agaricales<sup>4</sup>

**\* Historia.** Aunque los hongos se conocen desde hace miles de años, su estudio sistemático se ha realizado desde hace solo 250 años. Antes de la era cristiana se consideraban como "fermentos diabólicos de la tierra", "excrecencias de la tierra" o "plantas bastardas", Cari von Linnaeus (1751) se refirió a ellos como "un oprobio para el arte". Nadie imaginó que estos organismos llegarían a ser unos de los más codiciados por investigadores en diversas áreas.

Desde antes del descubrimiento de la penicilina, en 1929, el estudio de los hongos ocupaba un espacio muy importante. Es así como durante varios años ellos han sido objeto de estudio no sólo de taxónomos y genetistas que indagan acerca de sus orígenes, formas y diversidad; si no también de químicos, bioquímicos, agrónomos y público en general que encuentran en ellos diversas aplicaciones. Además por sus variadas formas y colores embellecen los ecosistemas en donde crecen y llaman la atención de muchas personas que consideran un hobby coleccionarlos y fotografiarlos. Después de los insectos, los hongos son el segundo grupo más grande y menos conocido de organismos eucarióticos<sup>5</sup>, se cree que existen 1.5 millones de especies de hongos en el mundo, de los cuales se conoce menos del 5%.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup> Ver glosario de términos

<sup>4</sup> Ver glosario de términos

<sup>5</sup> Ver glosario de términos

<sup>6</sup> Hawksworth, The fungal dimension of biodiversity.1991.

\* **Morfología.** Los hongos no son plantas ni animales, tienen suficientes características que los separan de éstos y que los ubican en "El Reino Fungi"<sup>7</sup>.

No son autótrofos como las plantas, porque no pueden sintetizar materiales orgánicos a partir del bióxido de carbono, iones minerales y agua, y aunque al igual que ellas sus células poseen pared, ésta no presenta celulosa verdadera y usualmente contiene quitina.

A pesar de ser heterótrofos como los animales, difieren de ellos porque no pueden ingerir sólidos, su nutrición la realizan por la absorción de materiales orgánicos e inorgánicos solubles en agua y que son digeridos mediante la acción de enzimas extracelulares.

Las células de los hongos pueden ser pequeñas y uninucleadas constituyendo un organismo como en el caso de las levaduras, o alargadas, bi- o multinucleadas y unidas en cadena formando una hifa <sup>8\*</sup>, que es la unidad básica de la mayoría de los hongos. Una masa de hifas constituye el micelio o crecimiento vegetativo de un hongo. Cuando las condiciones ambientales son óptimas, los hongos superiores producen los cuerpos fructíferos, en donde se forman las esporas producto de la reproducción sexual del hongo.

En el basidiocarpo<sup>9</sup> de una Agarical se pueden reconocer las siguientes partes: píleo (sombrero) y contexto, himenóforo lámelas para Agaricales o tubos para Solétales. Además de otras estructuras asociadas a estas como el anillo, la volva y fragmentos de velo universal sobre el píleo. <sup>10</sup>

---

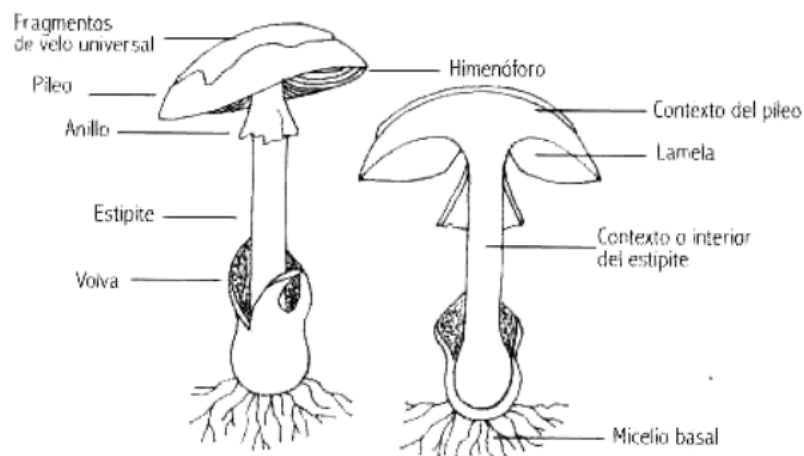
<sup>7</sup> Hudson, 1986; Alexopoulos et al., 1996

<sup>8</sup> Ver glosario de términos.

<sup>9</sup> Ver glosario de términos.

<sup>10</sup> Moore-Landecker, 1972; Alexopoulos et al., 1996.

Figura 1. Partes de un agarical.



Fuente: Tomada de setas de Colombia

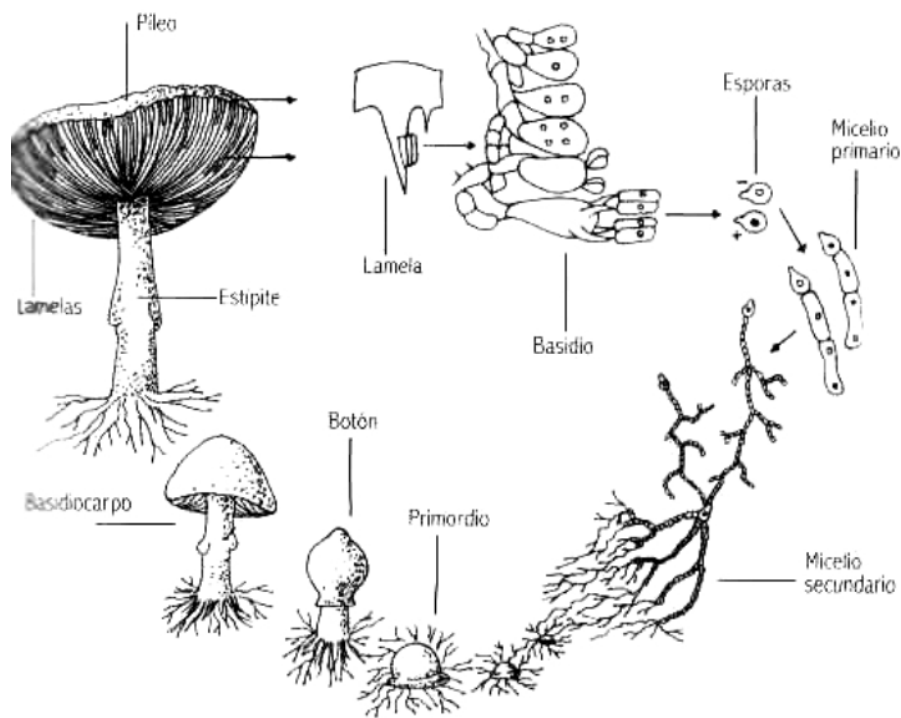
**\* Reproducción.** Los hongos se reproducen mediante la emisión de un gran número de esporas, muchas veces en cantidades de billones o trillones. Las esporas, que se desarrollan en el cuerpo fructífero del hongo, son diminutas estructuras esféricas que contienen una pequeña cantidad de protoplasma.

Los Agaricales se reproducen sexual y asexualmente. La reproducción sexual, la cual se inicia cuando las esporas germinan dando lugar a hifas mononucleadas. Dos hifas mononucleadas compatibles se unen formando una hifa única y binucleada que crece y da origen a un micelio secundario (Benjamín, 1995; Alexopoulos et al., 1996). El micelio secundario forma dentro o fuera del sustrato el primordio, el cual crece para hacerse macroscópicamente visible formando una masa de hifas entremezcladas o botón.

Si el botón se parte longitudinalmente se podrán reconocer, dependiendo del género y/o especie, las siguientes estructuras: Velo Universal capa algodonosa o membranosa que envuelve el botón completamente. Cavidad de las láminas o tubos que contiene el tejido que se convertirá en láminas o tubos, en algunos

hongos esta cavidad está cubierta y protegida por otra capa de tejido llamada velo parcial. El tejido sobre las cavidades desarrollará el píleo y el tejido ubicado entre las cavidades desarrollará el estípite.

Figura 2. Ciclo de reproducción



Fuente: Tomado de agaricales de Colombia

Para formar un cuerpo fructífero maduro, el botón crece en desfases. Primero el botón crece en longitud, debido principalmente a la elongación del tejido que está dentro de la cavidad de las lámelas, se rompe el velo universal y se hacen visibles el píleo y el estípite como partes del cuerpo fructífero. La ruptura del velo universal deja remanentes de él sobre el píleo formando escamas y sobre la base del estípite formando la volva. El himenóforo todavía no es visible ya que está cubierto por el velo parcial. En la segunda fase se da el desarrollo lateral del píleo dando como resultado el rompimiento del velo parcial formando un anillo sobre el estípite.

Las lámelas o tubos (himenóforo) se hacen visibles por debajo de la superficie del píleo. Sobre toda la superficie de las lámelas o tubos se encuentran los basidios; que son células terminales especializadas en donde se forman las esporas (basidiosporas) que darán origen a una nueva generación de hifas.<sup>11</sup>

**\* Fisiología.** Según la forma de nutrición los hongos pueden ser saprótrofos\*, parásitos o simbioses. Los saprótrofos obtienen sus nutrientes mediante la descomposición de organismos muertos y son los principales responsables del reciclaje de los componentes vegetales; mientras que la descomposición de animales y microorganismos es realizada principalmente por bacterias. Esta función es esencial para la continuidad de la vida en la tierra.

En el ciclo del carbono, que involucra la fijación del bióxido de carbono atmosférico en moléculas orgánicas mediante la fotosíntesis, el papel de los hongos consiste en degradar esta materia orgánica y reintegrar el CO<sub>2</sub> a la atmósfera. La degradación vegetal también es importante en el reciclaje de otros elementos como nitrógeno, fósforo y potasio que son aprovechados por las plantas para la formación de algunos de sus componentes (Moore-Landecker, 1972; Kendrick, 1985; Hudson, 1986; Carlile & Watkinson, 1994). (Enciclopedia Encarta, Microsoft Corporation, 1993-2003.)

**3.1.2 Colección de especímenes.** Para que una muestra tenga valor científico es necesario realizar notas adecuadas. Cuando se colecta un espécimen es importante no dañar ninguna de sus estructuras. Si el hongo está creciendo en suelo, introduzca el cuchillo o navaja profundamente alrededor del estípite y retírelo incluyendo parte del sustrato, el exceso de éste puede ser eliminado una vez se tenga la colección. Si el hongo está creciendo sobre madera debe anotarse si es viva o muerta.

---

<sup>11</sup> Largent et al., 1977; Alexopoulos et al., 1996

Si el hongo se encuentra sobre corteza, corte uno o más pedazos sobre el cual están creciendo los basidiocarpos. En todos los casos trate de coleccionar basidiocarpos jóvenes y adultos ya que varios estados del desarrollo pueden ser importantes en la determinación final de la especie.

Una vez colectados los hongos deben ser manipulados cuidadosamente y envueltos en papel parafinado (nunca en bolsas de papel o plásticas) para evitar que estos se resequen. Las colecciones deben trasladarse, ojalá en una canasta, al lugar de trabajo e iniciar la descripción macroscópica lo más rápido posible con el fin de evitar daños o cambios en las colecciones que puedan interferir en la determinación de éstas. Es recomendable seguir los siguientes pasos:

Fotografía de cada una de las colecciones mostrando caracteres importantes (hábito, superficie del píleo, superficie del estípite e himenóforo). Esta fotografía puede hacerse en campo, laboratorio o lugar de trabajo. Descripción macroscópica utilizando una terminología adecuada y en lo posible una tabla de colores. Obtención de la esporada o depósito de esporas.

Esta tiene un valor importante en la identificación de las colecciones. Remueva el estípite y coloque el píleo o una porción de este sobre un papel blanco (nunca negro o de otro color) con el himenóforo hacia abajo haciendo contacto con el papel, cúbralo con un recipiente (vaso, caja de petri) o envuélvalo con papel parafinado. Déjelo reposar por varias horas o de un día para otro; después observe el color de las esporas sobre el papel. Márquela, dóblela y guárdela con la colección. No olvide marcarla explicando a que colección pertenece. Realización de pruebas macroquímicas. Las pruebas de rutina y con importancia taxonómica se realizan con hidróxido de potasio, sulfato ferroso e hidróxido de amonio principalmente. (Franco Ana E, Setas de Colombia guía de campo. U. De Antioquia y Colciencias 2000).

**3.1.3 Preservación.** La descripción macroscópica de las colecciones frescas es importante ya que características tales como color, forma, tamaño, olor y sabor se pierden una vez se hayan secado las colecciones. Una vez descritos, los especímenes deben secarse con aire caliente, para lo cual es recomendable utilizar una fuente de calor cuya temperatura no exceda los 60°C, una temperatura mayor puede cocinar las colecciones y hacerlas inservibles desde el punto de vista taxonómico.

La fuente de calor puede ser el sol, un calentador eléctrico, bombillos, un fogón de petróleo o una estufa. De cualquier manera el calor debe ir desde abajo, circular alrededor del espécimen y escapar por la parte superior. El secado debe ser lento y el tiempo puede ir desde pocos minutos hasta varias horas, dependiendo del tipo de hongo. Cuerpos fructíferos de hongos pequeños y frágiles requieren temperaturas mucho mas bajas y menos tiempo para su secado que los especímenes de hongos grandes y carnosos.

Es recomendable cortar longitudinalmente basidiocarpos de cada una de las colecciones para facilitar el secado y la realización de cortes para el estudio microscópico. Los hongos nunca deben secarse o preservarse entre hojas de papel periódico o prensas para plantas. Cuando los especímenes se han secado totalmente, estos se colocan en bolsas plásticas tomándolos directamente del horno o deshidratador para no dar oportunidad a que absorban humedad. En regiones muy húmedas, se recomienda agregar una pequeña cantidad de desecante dentro de la bolsa plástica para proteger la colección de la humedad y del crecimiento de mohos.

Además de la descripción macroscópica, cada colección debe acompañarse de una etiqueta de referencia que debe incluir la siguiente información:

- Predeterminación (Género y especie si se conocen).

- Localidad.
- Fecha.
- Datos del sustrato (cuando sea posible).
- Colector y número de colección.

Una colección bien preservada acompañada de una buena fotografía, buenas notas macroscópicas y buena información de campo puede estudiarse microscópicamente para su determinación, puede enviarse a un especialista o puede depositarse en un Herbario para su posterior estudio. En el Herbario las colecciones deben guardarse preferentemente en cajitas de cartón. (Franco Ana E, Setas de Colombia guía de campo. U. De Antioquia y Colciencias 2000).

Cuando se va al campo o al bosque en busca de hongos, ya sea con el fin de Conseguir especies para la cocina o con el propósito de estudiarlas, o por la simple curiosidad del naturalista, se deberá llevar: canasta, navaja o cuchillo, papel encerado, libreta de notas y lápiz. Al encontrar un hongo, lo primero que se hará es escarbar con el cuchillo o navaja, de tal manera que se pueda sacar totalmente con todo y sus partes subterráneas, si es que tiene, o al menos con la base completa. Inmediatamente después, colóquese el hongo sobre una hoja de papel encerado ya cortada, aproximadamente al tamaño de un pañuelo, y hágase un paquete y deposítese en la canasta. Una vez en la ciudad, con la canasta llena de hongos, si éstos son para estudio deberán secarse por medio del calor. Si no se dispusiera del tiempo necesario para ello, pueden dejarse en la canasta hasta unas 8 horas, pero es más conveniente guardarlos en un refrigerador, o al menos colocarlos en un lugar aireado y fresco.

**3.1.4 Degradación del hongo.** La degeneración de los macro hongos puede venir determinada por varios factores, a saber: los agentes biológicos, los microbios y las enzimas o diastasas; asimismo los agentes químicos, como el oxígeno y el agua y los físicos como el calor y la luz. En toda operación de

desechado es preciso tener en cuenta los perjuicios que pueden ocasionar el calor excesivo y las enzimas, por su influencia en las reacciones que sobrevienen en el interior de las células vivas, es decir, oxidaciones, reducciones, hidrólisis, etc.

Al ser destruidas por el calor, las enzimas tienen una importancia limitada en los fenómenos de la desecación propiamente dicha; Son varias las enzimas cuya intervención se conoce: la «fenolasa» se encuentra particularmente en las setas y determina la oxidación de los fenoles de sus células.

**3.1.5 Contenido de humedad en macro hongos.** De acuerdo a experimentos muchas setas y vegetales no contienen más del 23% de humedad, para que se conserven indefinidamente. Un hongo con bajo contenido de humedad no es atacado por los insectos, mohos, ni fermentos. A humedades relativas más altas la absorción de agua es suficiente para permitir un rápido y abundante desarrollo de mohos y Fermentos que destruyen la muestra en pocas horas.

Tabla 1. Composición química en macro hongos frescos.

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Agua            | 88 %  |
| Nitrogenados    | 5.4 % |
| No nitrogenados | 4.7 % |
| Celulosa        | 4 %   |
| Cenizas         | 2.7 % |

Tabla 2. Composición química en macro hongos secos

|                 |        |
|-----------------|--------|
| Agua            | 11.6 % |
| Nitrogenados    | 42 %   |
| No nitrogenados | 30.5 % |
| Celulosa        | 7.17 % |
| Cenizas         | 7.1 %  |

Tablas 1 y 2 tomadas de Identificación de Hongos, limusa

**3.1.6 Deshidratación en organismos.** La desecación o deshidratación de un cuerpo puede definirse como la expulsión, dentro de un límite determinado, del agua en él contenida, bajo determinadas condiciones de temperatura, humedad y progresión de desecado debidamente controladas, y por medio de una corriente de aire caliente sobre el cuerpo. La Preservación de hongos, mediante el proceso de secado incluye la reducción de su contenido de agua hasta un punto tal que la concentración de los sólidos solubles (azúcar, ácidos, -sales, etc.), llegue a ser tan alta, que para el resto del material no constituya un substrato disponible para el crecimiento de bacterias, moho, o para que ocurra un cambio enzimático dentro del hongo. Esto reduce el volumen y el peso del hongo; el principal problema con el secado de hongos es la tendencia a deteriorarse, especialmente si no se ha secado lo suficiente de otro lado si se ha sobre secado pueden ocurrir grandes pérdidas.

**3.1.7 Evaporación.** El agua se halla contenida en las células como agua de hidratación al estado libre, y como vapor; en las paredes celulares y en las membranas se encuentra como agua de saturación. Esta distribución del agua es la que establece las siguientes fases de la desecación:

- Evaporación a velocidad constante, en la que el hongo pierde el agua libre, de hidratación.
- Evaporación a velocidad decreciente, en la que pierde el agua de saturación de los estratos superficiales. En esta fase, la humedad contenida tiende a equilibrarse con el estado higrométrico del aire de desecación.

Por tanto, la progresión con que se efectúa la desecación, depende:

- De la progresión con que, desde el interior, llega el agua a la superficie del cuerpo.

- De la diferencia entre la concentración del vapor en la inmediación de la superficie, y la existente en el aire que circula por el secadero.
- De la resistencia que la película de aire húmedo adherida al cuerpo ofrece al paso del vapor y a la transmisión del calor.

### **3.1.8 Conceptos de calor.**

\* **Calor.** Es la causa externa de las sensaciones vulgarmente conocidas por las expresiones caliente y frío. El calor reside en los cuerpos en cantidad variable. Es una forma o manifestación de la energía propia de los movimientos a que están sujetas las moléculas que constituyen los cuerpos.

\* **Temperatura.** Es una cualidad de los cuerpos que depende de su estado calorífico. Cuando un cuerpo se calienta o se le adiciona calor aumenta su temperatura y cuando se enfría o se le quita calor disminuye aquella, a excepción de los casos en que ocurren cambios de estado físico.

La temperatura es una magnitud relativa que define dos estados caloríficos distintos de un cuerpo, pero no es una cantidad propiamente tal, porque no es susceptible de medida en el riguroso sentido de la palabra. Como todas las propiedades de los cuerpos son modificadas por el calor, cualquier determinación cuantitativa de las variaciones observadas en los cuerpos producidas por variación de temperatura, puede servir de norma para apreciar o medir esta variación. Para medir las temperaturas, o mejor dicho las variaciones de temperatura, se puede emplear una escala convencional con divisiones iguales y arbitrarias a partir de un origen que se considera como cero de la escala.

\* **Calor contenido en los cuerpos.** El calor sensible contenido en un cuerpo viene determinado por:

1. El peso específico del cuerpo,  $\gamma_e$ , en kilogramos por unidad de volumen.
2. El calor específico del cuerpo,  $c_e$ , en cal/ kg / °C.
3. Su temperatura,  $t$ , en grados centígrados.
4. Su presión, si se trata de gases.

Calor sensible:  $Q_s = \gamma_e j_e c_e t$  por unidad de volumen.

Si entre la temperatura considerada  $t$  y los  $0^\circ$  de la escala se produce un cambio de estado en la sustancia considerada, la cantidad total de calor contenido en el cuerpo será la suma del calor sensible antes determinado y del calor latente propio del cambio de estado.

Calor total:  $Q = Q_s + Q_l$ .

\* **Unidades de calor.** La caloría es la cantidad de calor que se necesita añadir a un kilogramo de agua destilada para que su temperatura se eleve en un grado centígrado. La BTU (British Thermal Unit) es la cantidad de calor que hay que adicionar a una libra inglesa de agua para que su temperatura aumente en un grado Fahrenheit.

\* **Calor latente.** Es la cantidad de calor que debemos substraer o adicionar a un kilogramo de una sustancia para que pase por completo de un estado físico a otro: sólido a líquido, líquido a vapor, o viceversa.

\* **Calor específico.** Es la cantidad de calor necesaria para que un kilogramo de una sustancia aumente su temperatura en un grado centígrado. El calor específico no tiene un valor fijo, sino que varía con la temperatura, y en los gases con la presión.

**3.1.9 Presión.** Se llama presión a la fuerza que actúa sobre la superficie de un cuerpo.

**1. Presión manométrica.** Es la presión por unidad de superficie, o sea la fuerza que actúa sobre un cuerpo dividida por la superficie del mismo.

**2. Presión atmosférica.** Es la presión que actúa sobre los cuerpos que se encuentran en la superficie de la tierra y es debida al peso de la atmósfera que la circunda y que se encuentra sometida a la acción de la gravedad.

**3. Presión-absoluta.** Es la presión de un vapor o gas con relación al vacío perfecto. Es la suma de la presión manométrica y la presión atmosférica.

**4. Unidades de presión.** Siendo la presión la relación entre una fuerza y la superficie sobre la cual actúa, su medida vendrá dada por la expresión.

$P = G/S$  = kilogramos por metro cuadrado.

Las unidades de presión que se emplean en las mediciones ordinarias son:

El kilogramo por centímetro cuadrado ( $\text{kg/cm}^2$ ).

La libra por pulgada cuadrada ( $\text{lb/pulg}^2$ ).

El milímetro de columna de mercurio (mm Hg).

El milímetro de columna de agua (mm aq.).

El valor de la presión atmosférica referido a estas unidades usuales es:

1 atmósfera =  $1,033 \text{ kg/cm}^2$  =  $14.696 \text{ lb/pulg}^2$  = 760 mm Hg 10333 mm aq.

**5. Presión estática.** Es la que ejerce un fluido perpendicularmente sobre las paredes del recipiente que lo contiene.

**6. Peso específico.** Es el peso de la unidad de volumen.

**7. Densidad.** En los sólidos y líquidos la densidad es la relación entre el peso del cuerpo y el correspondiente "al mismo volumen de agua a la temperatura de

cuatro grados. En los gases se mide la densidad con relación a otro gas, por ejemplo al aire.

**8. Volumen específico.** Es la inversa del peso específico.

$V_e = 1/\gamma = V/G$  o sea el volumen por unidad de peso.

**9. Leyes de los gases perfectos.** P indica presión, V volumen y T temperatura absoluta o sea temperatura centígrada más 273 grados ( $T = t + 273$ ).

**10. Ley de Boyle-Mariotte.** (a temperatura constante):

$$P_1/P_2 = V_2/V_1 \quad PV = \text{constante.}$$

**11. Ley de Charles** (a volumen constante):

$$P_1/P_2 = T_2/T_1$$

**12. Ley de Gay-Lussac** (a presión constante):

$$V_1/V_2 = T_2/T_1.$$

### **3.1.10 Secado.**

**\* Transferencia de calor por conducción.** El flujo de energía térmica siempre se realiza de un cuerpo a otro de una fuente donde la intensidad de estos dos difiere en temperatura, o cantidad de calor que posea un cuerpo. “El flujo continúa hasta que la velocidad de las moléculas de menor temperatura aumenta con la absorción de calor y alcanzan la misma temperatura”.<sup>12</sup> Como ejemplo de buenos conductores tenemos los materiales metálicos que en su mayoría presentan alta capacidad de conducción térmica.

---

<sup>12</sup> OZISIK, Necati. Transferencia de Calor. Bogotá, Colombia: Editorial McGRAW-HILL Latinoamericana SA, 1983. p. 2

\* **Transferencia de calor por convección.** “Se refiere a la transferencia de calor mediante la circulación de un flujo, por ejemplo el aire es considerado como un fluido, el cual sirve como medio conductor de esta temperatura hacia todo el medio”.<sup>13</sup>

\* **Transferencia de calor por convección forzada.** “La transferencia por convección, puede ser forzada a través de un ventilador o bomba para circular un medio que transporte calor, lo que acelera notablemente el proceso”.<sup>14</sup>. Estos equipos suelen disponer de reguladores para controlar la velocidad de aire nuevo y la cantidad de aire en recirculación. Los calentadores de aire pueden ser quemadores directos de gas, serpentines calentados por vapor o en los modelos más pequeños, calentadores de resistencia eléctrica.

\* **Transferencia de calor por radiación.** A diferencia de la conducción y la convección los cuales requieren sólidos o fluidos para la transmisión de energía, las ondas de energía se mueven libremente a través del espacio sin calentamiento de las moléculas que se encuentran entre ellos.

#### **a. Radiación solar:**

Las radiaciones de la luz solar (visible + UV) son atrapados por un colector solar que funciona como un espejo parabólico para elevar la temperatura y aprovechar su energía térmica. “La mayor temperatura que se puede alcanzar es de 80°C en condiciones climáticas óptimas. Su principal inconveniente es que su rendimiento depende del clima, así que se recomienda solo para lugares de exposición solar elevada”.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> Ibid., p. 5

<sup>14</sup> MAKINA ETA MOTORE TERMIKOETAKO SAILA. Universidad del país Vasco, [en línea], actualización enero 2003 [consultada septiembre 2003]. Disponible en: <http://scsx01.sc.ehu.es/nmwmiga/intercambiadores.htm>

<sup>15</sup> Chung, C.J and Koh. H.K. 1980. Experimental study on the in-bin drying natural and solar heated air and storage of rough rice. Journal of Solar Energy Society of Corea, 3(2)

## **b. Radiación por microondas:**

En principio las moléculas de cualquier material susceptible a ser calentado por microondas, siempre se encuentran polarizadas; de esta manera al exponer las moléculas de agua a un campo electrodinámico, estas se alinearan de tal forma que si la dirección del campo se invierte, dicha orientación también se invertirá. Este fenómeno de cambio de polaridad realizado rápidamente por las microondas provocará una fricción entre ellas que se traducirá en calor que posteriormente ocasionará el cambio de fase o evaporación. “Un horno microondas por lo general maneja frecuencias de 2,450 MHz, en el que el campo electrostático generado se invierte y retorna a su posición inicial 2,450 millones de veces por segundo”.<sup>16</sup>

**3.1.11 Definición de horno.** Aparato o instalación que posee un recinto calentado a determinadas temperaturas para el tratamiento de productos minerales, orgánicos o inorgánicos en estado sólido o líquido.

## **Calefacción:**

Es la adición de calor sensible a un ambiente, que se traduce en un aumento de temperatura acusado por el termómetro seco.

---

<sup>16</sup> PARRA, Reynaldo Leopoldo, Hornos de Microondas, En: Revista Electrónica Fácil Bogotá, 3ª Edición N° 28 (mayo 1991)

## 4. ESTRUCTURA DEL PROBLEMA

### 4.1 ESTUDIO EN CAMPO

El análisis de la recolección y deshidratación de muestras se realiza en la estación experimental y demostrativa el rasgón propiedad de CDMB localizada en el municipio de Piedecuesta Santander, en esta zona se realiza el proyecto de un inventario preliminar de agaricales; efectuado por estudiantes de Biología de la UIS en coordinación con la universidad de Antioquia.

#### 4.1.1 Características de la zona.

Tabla 3. Datos de la zona.

|                              |                                                                            |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Extensión                    | 1088.5 (ha)                                                                |
| Coordenadas Geográficas      | 7° 2'29.621''-7° 4'29.73'' Norte<br>72° 57'32.048''- 72° 59'41.665'' Oeste |
| Relieve                      | Montañoso pendientes hasta 48°C                                            |
| Formación Vegetal            | Bosque húmedo montañoso andino.                                            |
| Temperatura                  | 8.5-18 (°C)                                                                |
| Altitud                      | 2150-3450 (msnm)                                                           |
| Piso térmico                 | Subpáramo                                                                  |
| Representatividad Geográfica | Kilómetro 40 Bucaramanga/Pamplona                                          |

Fuente: Tomado de la web [www.cdmb.gov.co](http://www.cdmb.gov.co)

#### 4.1.2 Equipo y material de trabajo.

1. Navaja: para extraer la muestra del medio.
2. Pala de mano 15 cm. largo X 6 cm. ancho: remueve el terreno.
3. Papel parafinado: para envolver la muestra colectada.

4. Canasto de 40 x 28 x 12 cm. para cargar las muestras ya envueltas.
5. Brújula.
6. Cámara fotográfica.
7. Libreta de apuntes.
8. Manual de referencia de macro hongos: para hacer comparaciones y consultas.
9. Lupa: para hacer observaciones de esporas.

Figura 3. Equipo de trabajo.



**4.1.3 Búsqueda de muestras.** La búsqueda de muestras es realizada en grupo donde cada cual está pendiente de los sitios donde se pueden hallar hongos, tales sitios son:

- Suelos húmedos.
- Troncos muertos.
- Árboles.
- Vegetación espesa.
- Rastrojos.

Figura 4. Búsqueda de muestras.



**4.1.4 Recolección de muestras.** Una vez localizada una muestra se procede de la siguiente manera:

1. Dos personas se encargan de la extracción de la muestra en el medio, ellas portan la pala y navaja.

Figura 5. Recolección de muestras.



2. Una persona se encarga de envolver las muestras en el papel parafinado y portar las muestras en el canasto.

Figura 6. Conservación de muestras.



3. Una persona se encarga de tomar las fotos y hacer apuntes referentes a la recolección.

4. Luego de tener las suficientes muestras se hace un análisis en el campamento para seleccionar las muestras y tomar los datos pertinentes.

Figura 7. Selección de muestras.



**4.1.5 Cantidad de muestras colectadas.** El promedio de recolección por jornada oscila entre 35 a 50 muestras de formas y tamaños variados con un volumen promedio entre los 4500 a 6500 cm<sup>3</sup>. Al llegar al campamento se estudiaron los hongos y se seleccionaron por especie, madurez y calidad física del hongo, para esto influye su estado de crecimiento, deterioro y muestra repetida, luego se desecharon las muestras no aprobadas arrojando un dato aproximado a 2000 cm<sup>3</sup>.

#### **4.1.6 Conclusiones.**

1. En el estudio realizado en campo se pudo obtener información importante en el desarrollo del proyecto tal como la cantidad necesaria para deshidratar dando un resultado entre 15 a 20 muestras con un volumen aproximado a 2000 cm<sup>3</sup>. Este dato es el estimado en este tipo muestreo luego de ser comparado con anteriores salidas realizadas por los estudiantes.

2. El tiempo de sobre vivencia de una muestra sin deshidratar pero protegido en papel parafinado es de una jornada completa (aproximada a 8 horas), empezando a deteriorarse las muestras de menor tamaño, las muestras de mayor tamaño sobrevivieron en buen estado pasando la noche y parte de la mañana siguiente.

Figura 8. Estudio en Laboratorio.



3. Un gran porcentaje de las muestras colectadas son de menor tamaño como promedio de 2 cm. en diámetro mayor del cuerpo fructífero.

La muestra de mayor tamaño con el diámetro mayor de 4.5 cm.

4. En esta salida no se llevó ningún artefacto para la conservación, solo se dispuso del equipo básico.

5. Después de la investigación bibliográfica y la salida a campo se detecta que en cuestión de investigación el micólogo tiene descuidado el paso de conservar la muestra del sitio de recolección al laboratorio para su posterior análisis; esto por carecer de un horno efectivo lo cual lo obliga a improvisar formas de secado o hasta obviarlas.

Figura 9. Muestra a estudiar.



## 4.2 ANÁLISIS DE HORNOS UTILIZADOS EN LA DESHIDRATACION

Para este análisis se tuvo en cuenta las formas de secado de hongos empleadas o sugeridas por libros y laboratorios en universidades del país.

### 4.2.1 Secador de hongos con lámpara de petróleo.

Figura 10. Secador a petróleo.



Tomado de identificación de hongos, Limusa

**\* Descripción.** Está constituido por una mesa con parrillas metálicas fijas y una lámpara a petróleo móvil.

Trabaja con el principio de conducción, esto sucede cuando se calientan las parrillas y esta transmite calor a los hongos.

**\* Ventajas**

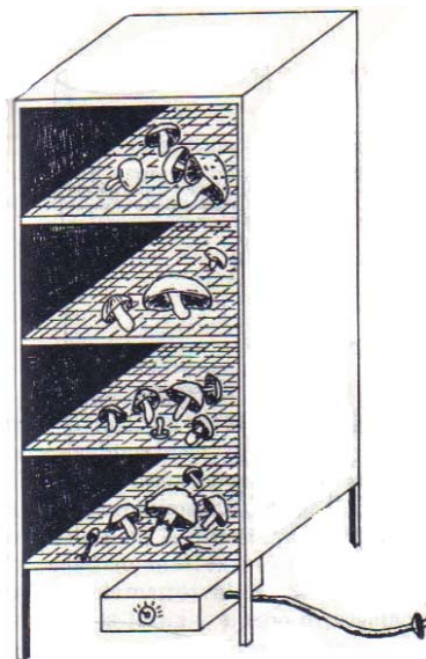
- Fuente de energía disponible.
- Operación muy sencilla (situar hongos en las parrillas) y fácil instalación (encendido de lámpara).

**\* Desventajas**

- Riesgos al portar y manejar el combustible, posibles incendios y explosiones.
- Requiere permanente supervisión y reacomodación de las muestras porque el secado no es homogéneo .
- El transporte manual de una mesa y una parrilla en campo es totalmente incómodo.
- No tiene ningún factor formal estético apreciable.

#### 4.2.2 Secador de hongos electrico.

Figura 11. Secador eléctrico.



\* **Descripción.** Es un mueble que puede ser en madera o metal con rejillas en tela de alambre móviles. En la parte inferior lleva un sistema calefactor con resistencias eléctricas a toma corriente. El calor se transmite por radiación. Su tamaño es de 1m de altura por 0.5m de profundidad y ancho

\* **Ventajas.**

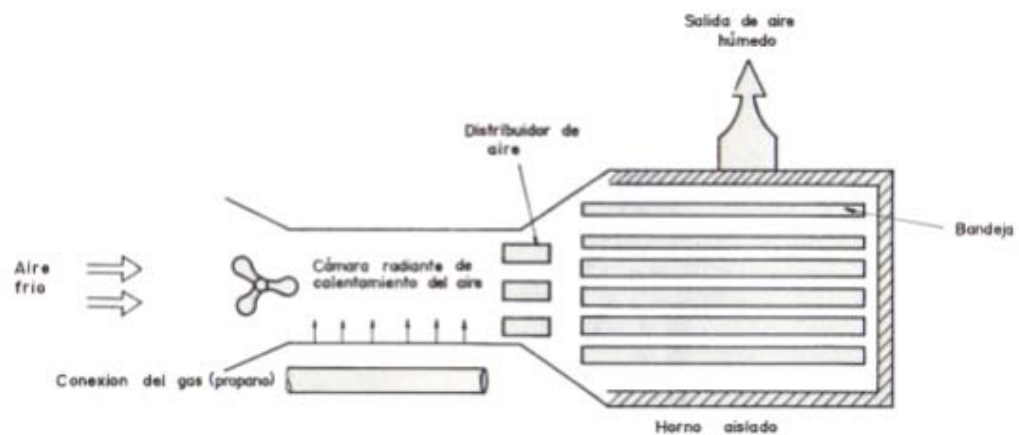
- Gran capacidad de muestras a secar.
- Con fuente de alimentación eléctrica para largos periodos de deshidratación.
- Las bandejas deslizables permite supervisar el proceso.
- Fácil cargue y descargue de muestras.

**\* Desventajas.**

- No es portátil.
- Solo para trabajo en laboratorio o en sitios con toma de corriente disponible.
- No presenta ningún sistema de flujo de humos ni circulación de aire generando alteraciones térmicas en el interior del horno que afectan las muestras.

**4.2.3 Secador de hongos con pipeta de gas.**

Figura 12. Secador a gas.



Fuente: Tomado de Desección de vegetales. Reverté

**\* Descripción.** Es un horno aún mas sofisticado para laboratorio. El sistema está compuesto por una fuente calórica a gas junto a un quemador que va calentando el aire que suministra al interior por medio de un ventilador que luego es distribuido hacia las bandejas deslizables. El proceso de secado ocurre por convección forzada.

**\* Ventajas.**

- Gran capacidad de muestras a secar.

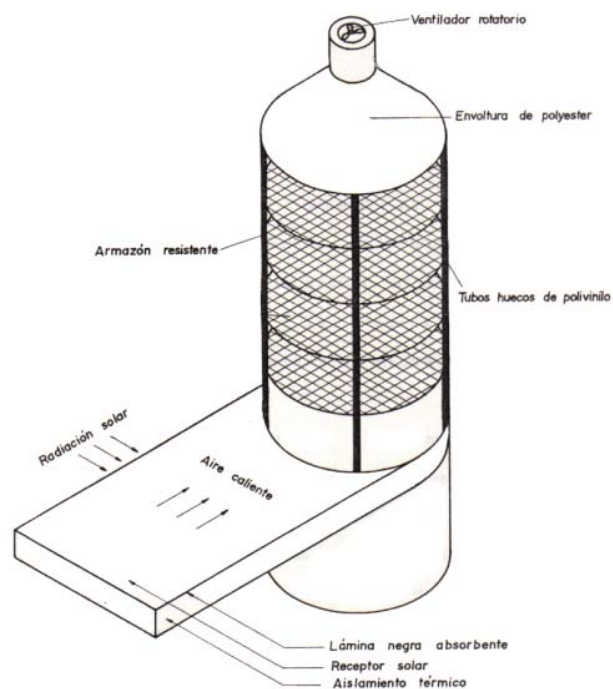
- Con fuente de alimentación a gas; es otra alternativa de energía.
- Las bandejas deslizables permite supervisar el proceso.
- Fácil cargue y descargue de muestras.
- La convección forzada de calor permite mejores resultados en la deshidratación.

#### \* Desventajas

- No es portátil.
- Solo trabajo en laboratorio.
- La pipeta de gas representa un problema de seguridad en el laboratorio.
- Su diseño es solo funcional.
- No presenta recirculación lo que implica un mayor gasto energético.

#### 4.2.4 Deshidratador solar.

Figura 13. Secador Solar.



Fuente: Tomado de Desección de vegetales. Reverté

**\* Descripción.** Es utilizado en las fincas para deshidratar frutas y otros productos agrícolas, su uso en la deshidratación de hongos es ocasional ya que es suministrado por alquileres o préstamos.

El calor es transmitido por radiación. Posee un extractor de humos para evitar variaciones de temperatura o condensación de agua.

**\* Ventajas**

- Contiene uno o varios paneles solares lo cual hace que sea una fuente inagotable de energía.
- Muestra otra opción en la deshidratación de organismos en campo.
- Se obtienen buenos resultados en deshidratación por medio de la radiación solar.

**\* Desventajas.**

- De grandes dimensiones 1 m x 1 m x 0,5 m presenta dificultad en su transporte.
- El costo de paneles solares en el mercado es de precios elevados y la demanda en el mercado local es escasa.
- El llenado y vaciado total se realiza en un solo paso.

#### 4.2.5 Deshidratador con calefactor electrico.

Figura 14. Secador con calefacción.



Fuente: Imagen laboratorio de micología U. de Antioquia

\* **Descripción.** Este tipo de horno es el mas usual en laboratorio para el deshidratado de macro organismos, consta de la unidad de calefacción con resistencias eléctricas en la parte inferior que transmite las ondas calóricas hacia las bandejas; la deshidratación ocurre por medio de radiación. Sus dimensiones 30cm de diámetro y la altura depende del número de badejas apiladas cuya altura es de 6cm de altura cada una.

\* **Ventajas.**

- Bandejas desmontables para una cargue y descargue continuo .
- Control manual de temperatura.
- El proceso se puede supervisar constantemente.
- Con fuente de alimentación eléctrica para largos periodos de deshidratación.

**\* Desventajas.**

- No está diseñado para ser usado en campo.
- Las bandejas con 6cm de altura lo que presenta pérdida de espacio ya que en su gran mayoría de hongos recolectados y diseccionados no superan esta medida.
- Al estar las bandejas una encima de otra y no existir un sistema de circulación libre de calor, en las bandejas inferiores se produce mayor concentración de calor y desequilibrios térmicos en las demás bandejas.
- Las parrillas al ser metálicas concentran mayor temperatura y produce conducción de calor a los hongos, generando cocciones de las partes en contacto.

**4.2.6 Conclusiones.** Existe una variedad de hornos para deshidratar organismos en los que se puede ver la ausencia de un buen desempeño en estudios en campo; ya sea por su forma, tamaño, peso, fuente de energía y que estos no están diseñados como equipo para estudio en laboratorio. Se puede ver que en todos los hornos la posición de bandejas es totalmente horizontal y algunas deslizables este punto hay que tenerlo en cuenta como un parámetro al definir la posición de la bandejas.

## 5. DESARROLLO PROYECTUAL

### 5.1 ELECCIÓN DEL PROCESO DE DESHIDRATADO

Se toma como referencia los hornos o equipos utilizados para deshidratar organismos. Se evalúa cualitativa y cuantitativamente las características requeridas para un efectivo deshidratado.

#### 5.1.1 Secado

Tabla 4. Procesos de secado.

|                                             | <b>Secador<br/>lámpara de<br/>petróleo.</b> | <b>Secador<br/>electrico.</b>                   | <b>Secador con<br/>pipeta de<br/>gas</b>           | <b>Deshidratador<br/>solar</b>                                     | <b>Deshidratador<br/>con calefactor<br/>electrico</b> |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Calor por<br/>conducción</b>             | Cocina las<br>muestras                      |                                                 |                                                    |                                                                    | Se generan<br>cambios<br>térmicos                     |
| <b>Calor por<br/>convección</b>             |                                             | De uso en<br>industrias<br>alimenticias         | Permite en<br>buen control<br>en la<br>temperatura |                                                                    |                                                       |
| <b>Calor por<br/>convección<br/>forzada</b> |                                             | Permite<br>fuentes<br>portátiles de<br>energía. | De uso<br>industria<br>pesada                      |                                                                    |                                                       |
| <b>Calor<br/>Radiación</b>                  | No permite<br>un control<br>térmico         |                                                 |                                                    | De uso en la<br>agroindustria.<br>No es rentable<br>económicamente | Requiere un<br>gran gasto<br>energético               |

### 5.1.2 Uso.

Tabla 5. Valoración de uso.

|               | <b>Secador<br/>lámpara de<br/>petróleo.</b> | <b>Secador<br/>electrico.</b> | <b>Secador con<br/>pipeta de<br/>gas</b> | <b>Deshidratador<br/>solar</b> | <b>Deshidratador<br/>con calefactor<br/>electrico</b> |
|---------------|---------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Practicidad   | 2                                           | 4                             | 5                                        | 4                              | 4                                                     |
| Conveniencia  | 1                                           | 4                             | 4                                        | 3                              | 3                                                     |
| Seguridad     | 1                                           | 5                             | 1                                        | 4                              | 5                                                     |
| Mantenimiento | 5                                           | 2                             | 3                                        | 2                              | 4                                                     |
| Reparación    | 5                                           | 4                             | 3                                        | 1                              | 4                                                     |
| Manipulación  | 4                                           | 3                             | 3                                        | 4                              | 3                                                     |
| Antropometría | 1                                           | 2                             | 3                                        | 4                              | 4                                                     |
| Ergonomía     | 1                                           | 2                             | 3                                        | 3                              | 3                                                     |
| Percepción    | 1                                           | 1                             | 2                                        | 1                              | 5                                                     |
| Transporte    | 3                                           | 1                             | 1                                        | 1                              | 4                                                     |
| <b>Total</b>  | <b>24</b>                                   | <b>28</b>                     | <b>28</b>                                | <b>27</b>                      | <b>39</b>                                             |

### 5.1.3 Función.

Tabla 6. Valoración función.

|                | <b>Secador<br/>lámpara de<br/>petróleo.</b> | <b>Secador<br/>electrico.</b> | <b>Secador con<br/>pipeta de gas</b> | <b>Deshidratador<br/>solar</b> | <b>Deshidratador<br/>con calefactor<br/>electrico</b> |
|----------------|---------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Mecanismos     | 2                                           | 4                             | 5                                    | 5                              | 5                                                     |
| Confiabilidad. | 1                                           | 3                             | 3                                    | 3                              | 4                                                     |
| Versatilidad   | 3                                           | 3                             | 4                                    | 2                              | 2                                                     |
| Resistencia    | 4                                           | 4                             | 5                                    | 3                              | 3                                                     |
| Acabado        | 1                                           | 2                             | 3                                    | 1                              | 5                                                     |
| <b>Total</b>   | <b>11</b>                                   | <b>16</b>                     | <b>20</b>                            | <b>14</b>                      | <b>19</b>                                             |

#### 5.1.4 Estructura.

Tabla 7. Valoración estructura.

|                    | Secador lámpara de petróleo. | Secador electrico. | Secador con pipeta de gas | Deshidratador solar | Deshidratador con calefactor electrico |
|--------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------------------|
| Componentes        | 3                            | 4                  | 5                         | 4                   | 4                                      |
| Carcasa            | 1                            | 3                  | 4                         | 2                   | 2                                      |
| Unión              | 1                            | 4                  | 4                         | 2                   | 4                                      |
| Centro de gravedad | 3                            | 4                  | 5                         | 1                   | 5                                      |
| Estructura         | 2                            | 3                  | 4                         | 4                   | 3                                      |
| <b>Total</b>       | <b>10</b>                    | <b>18</b>          | <b>22</b>                 | <b>13</b>           | <b>18</b>                              |

#### 5.1.5 Económicos o de mercado.

Tabla 8. Valoración mercado.

|               | Secador lámpara de petróleo. | Secador electrico. | Secador con pipeta de gas | Deshidratador solar | Deshidratador con calefactor electrico |
|---------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------------------|
| Demanda       | 2                            | 4                  | 2                         | 1                   | 4                                      |
| Oferta        | 5                            | 4                  | 2                         | 1                   | 4                                      |
| Distribución  | 5                            | 2                  | 1                         | 1                   | 5                                      |
| Empaque       | 1                            | 1                  | 1                         | 1                   | 2                                      |
| Ciclo de vida | 1                            | 4                  | 1                         | 4                   | 4                                      |
| <b>Total</b>  | <b>14</b>                    | <b>15</b>          | <b>7</b>                  | <b>8</b>            | <b>19</b>                              |

#### 5.1.6 Formales.

Tala 9. Valoración aspectos formales.

|                      | Secador lámpara de petróleo. | Secador electrico. | Secador con pipeta de gas | Deshidratador solar | Deshidratador con calefactor electrico |
|----------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------------------|
| Estilo               | 1                            | 1                  | 2                         | 1                   | 4                                      |
| Unidad               | 1                            | 2                  | 3                         | 2                   | 4                                      |
| Interés              | 1                            | 2                  | 3                         | 3                   | 3                                      |
| Equilibrio           | 1                            | 3                  | 3                         | 2                   | 4                                      |
| Superficie           | 1                            | 2                  | 2                         | 1                   | 4                                      |
| Apariencia           | 1                            | 1                  | 2                         | 2                   | 5                                      |
| Identificación       | 1                            | 2                  | 1                         | 3                   | 1                                      |
| Impresión            | 1                            | 1                  | 1                         | 1                   | 3                                      |
| <b>Total</b>         | <b>8</b>                     | <b>14</b>          | <b>17</b>                 | <b>15</b>           | <b>28</b>                              |
| <b>Total General</b> | <b>67</b>                    | <b>91</b>          | <b>94</b>                 | <b>77</b>           | <b>123</b>                             |

**5.1.7 Conclusión.** El calor por convección funciona como un buen método para la deshidratación y conservación, ya que la evaporación con aire caliente se da cuando la humedad interna se desplaza hacia las capas exteriores buscando el equilibrio higrométrico.

Las fuentes de energía eléctricas presentan mayor confiabilidad que las demás. No existe un deshidratador apto para labores de investigación en campo, sino adaptaciones hechas por los mismos investigadores.

## **5.2 SECADO POR CONVECCIÓN**

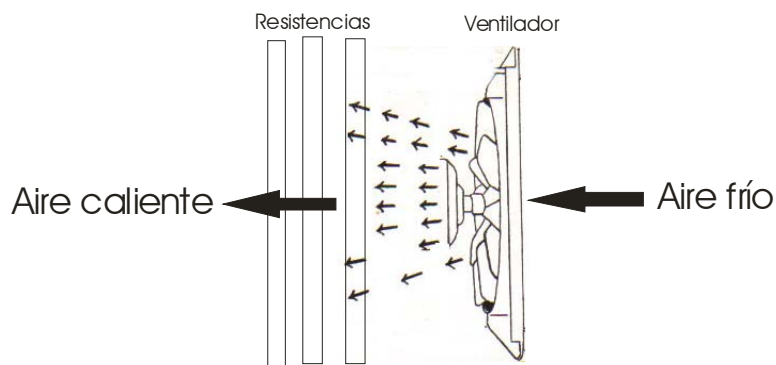
En búsqueda del equilibrio térmico el agua abandona la superficie húmeda del cuerpo convertida en vapor, y esta evaporación origina una disminución en el porcentaje de agua contenido en la superficie del cuerpo.

A su vez, esta disminución origina una difusión del líquido desde el interior hacia el exterior del cuerpo, que se prolonga hasta la desecación total. El vapor de agua que se forma en la superficie se va difundiendo en el aire después de atravesar una fina película de aire húmedo que se mantiene adherido al cuerpo.

**5.2.1 Secado por convección forzada.** Consiste en enviar fluido de aire caliente a presión constante con temperatura aproximada a 60° C, hacia el interior del horno. El aire inyectado, es aire obtenido del ambiente a través de un ventilador, que sigue a ser calentado con resistencias eléctricas.

La circulación del aire internamente ha de ser con bajas velocidades para impedir la remoción de esporas contenidas en el cuerpo fructífero propias para estudios posteriores.

Figura 15. Sistema calefactor.



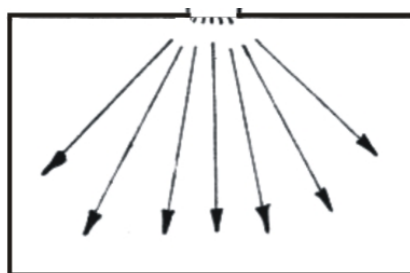
Fuente: Recreado por el autor

El aire caliente sale por una serie de rejillas y difusores para distribuirlo homogéneamente o conducirlo por determinadas direcciones hacia el interior del horno para esto se pueden emplear las distintas clases de difusores y rejillas tales como:

**a. Difusor de aire en formación cónica.**

Abarca grandes espacios con limitantes en laterales.

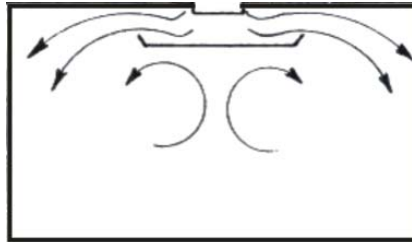
Figura 16. Difusor cónico.



**b. Difusor de aire horizontal**

Con distribución hacia los lados, forma turbulencias hacia el interior.

Figura 17. Difusor horizontal.



**c. Difusor de aire perpendicular (stylovent).**

Contiene una serie de placas que son las encargadas de dirigirlo a lado y lado con igual cantidad de aire, haciendo una reducción en su velocidad.

Figura 18. Difusor stylovent.



**d. Rejillas.**

Permiten controlar el ángulo de desplazamiento y dirección en que el aire se desplaza con igual proporción en toda el área de emisión.

Figura 19. Rejilla con distribución unilateral.

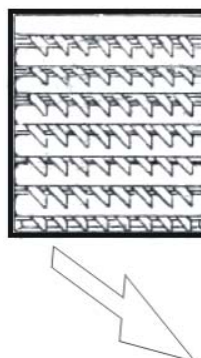


Figura 20. Rejilla con distribución central.

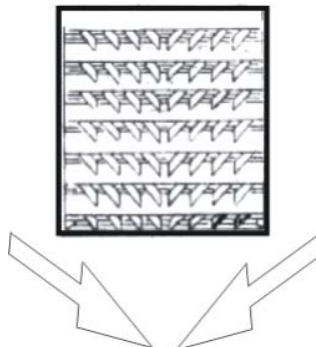
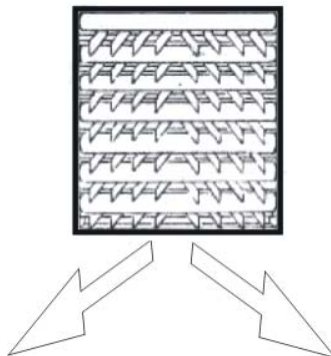


Figura 21. Rejilla con distribución bilateral.



**5.2.2 Cantidad de calor y aire.** Para calcular la cantidad de aire y el calor necesarios para llevar a cabo la deshidratación en un horno, conviene ante todo, reunir los datos relativos a las características de la muestra y del aire.

Relación de humedad<sup>17 18</sup>

S = base seca, H = base húmeda.

$$S = 100 H / (100 - H)$$

$$S = 100 \times 88 / (100 - 88) = 7.33 \text{ Kg. de agua por cada kilogramo de materia seca}$$

$$S = 100 \times 11.66 / (100 - 11.66) = \mathbf{0.13 \text{ Kg. de agua por cada kilogramo de materia seca.}}$$

---

<sup>17</sup>

<sup>18</sup> Ver datos tablas 1 y 2.

Teniendo en cuenta que: El calor total de vaporización es el calor necesario, expresado en calorías, para elevar la temperatura de 1 Kg. de agua hasta aquella a la cual se efectúa su evaporación, y para vaporizarla a esa misma temperatura, se expresa con la fórmula siguiente:  $606.5 + 0.305 t$  Cal / Kg. Agua,  $t$  es la temperatura a la cual tiene efecto la operación, y  $t_0$  la temperatura inicial. Si el agua se encuentra ya a la temperatura  $t$ , siendo igual a 1 el calor específico del agua, las calorías necesarias a la evaporación serán:  $(606.5 + 0.305 t) - t_1$  Cal / Kg. agua.

Siendo:

$t_0$ , temperatura de aire exterior

$t_1$ , temperatura del aire de entrada

$t_2$ , temperatura del aire de salida

$X_2$ , carga de humedad muestra seca

$X_0$ , carga de humedad muestra fresca

$X_1$ , humedad relativa exterior

$C$ , carga útil de agua que sale del horno

$Q$ , cantidad en Kg. de agua a evaporar por hora

$M$ , cantidad de aire a suministrar al horno

Fórmulas<sup>19</sup>:

$$C = (X_1 \times X_2 / 100) - X_0$$

$$(t_1 - t_2) = C \times (606.5 + 0,305 (t_1 - t_0)) / 0.237$$

Cálculos para:

$$t_0 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = \text{salida}$$

$$X_0 = 88 \%$$

$$X1 = 70 \%$$

$$X2 = 12 \%$$

$$(t1 - t2) = C \times (606,5 + 0,305 (t1-t0)) / 0.237$$

$$t2 = t1 \times 0.237 / [C \times (606.5+0.305 \times (t1- t2))] \dots\dots\dots(1)$$

$$C = (X1 \times X2 / 100) - X0 \dots\dots\dots(2)$$

Reemplazar (2) en (1)

$$t2 = 4157,55 \% / 100\%.$$

$$t2 = 41,57 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Tomando como punto de partida que al perder 1°C de temperatura, 1 Kg de aire puede evaporar 0.0004 Kg de agua.

Para:

$$Q = 0.5 \text{ Kg/hora}$$

$$t1 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t2 = 41,57 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$M = Q / [(t1 - t2) \times 0.0004].$$

$$M = 67.82 \text{ kg de aire/ hora.}$$

**5.2.3 Corriente de aire en el deshidratador.** El aire es impulsado en el túnel por un ventilador centrífugo o helicoidal; pasa por en medio de las bandejas, circulando entre las muestras, y luego abandona el secadero. En el curso de su recorrido va perdiendo su presión inicial a causa de los cambios de velocidad y dirección, así como por la fricción contra las bandejas, hongos y paredes del túnel.

---

<sup>19</sup> Ver tablas psicométricas humedades relativas anexos

No resulta fácil calcular su velocidad en las inmediaciones de la muestra y en las distintas secciones del deshidratador; a los efectos prácticos tendremos que referirnos a la velocidad que desarrolla en una sección vacía del horno, teniendo en cuenta que en contacto con el hongo, será mucho mayor que la determinada en el resto del horno, y que variará según sea la distancia que medie entre las bandejas, según la carga de la muestra, y también según la distancia que separe las bandejas, de las paredes del secadero; la turbulencia de la corriente de aire, motivada por los bruscos cambios de dirección y de sección en el sistema de conductos por los cuales fluye el aire hace imposible determinar la velocidad de circulación de aire. En la construcción del deshidratador hay que evitar en lo posible los ángulos rectos y las angosturas de sección. Su rendimiento, algunas veces puede ser incrementado con tan sólo aumentar el área de la sección libre, y la de las puertas de salida del aire.

**5.2.4 Fuerza motriz para impulsar el aire.** La fuerza requerida por un ventilador depende del caudal de aire que haya que desplazar por metro cúbico y por segundo, de la diferencia de presión entre la entrada y la salida en el ventilador, y de la eficacia de éste, es decir, su rendimiento.

A pesar de que las presiones no son muy elevadas, la energía necesaria para imprimir velocidad al aire no es despreciable. Esta potencia se expresa:

$$\text{H.P.} = Q \times P / 75 \times E$$

Q, caudal por metro cúbico de aire y segundo;

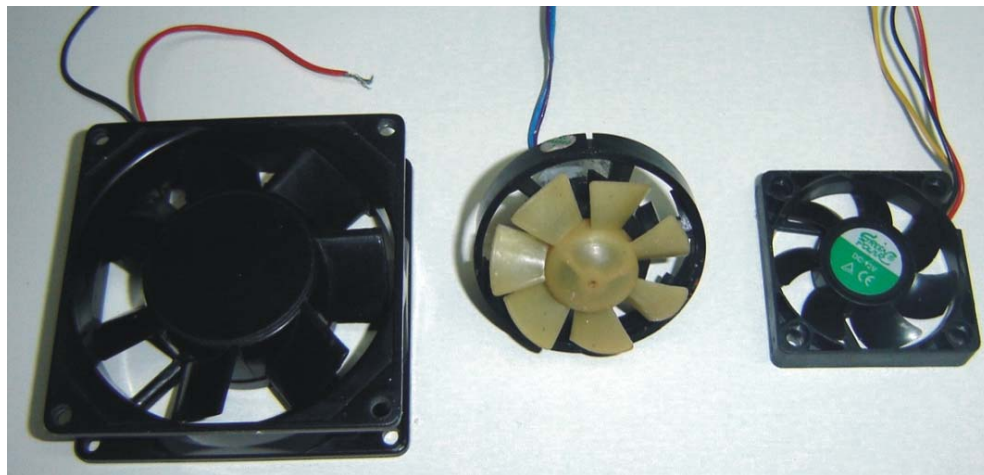
P, total de la diferencia de presión (presión estática más presión dinámica) mm.;

E, rendimiento del ventilador (entre 0.5 y 0.6).

Ventiladores centrífugos 1/2250 hp.

Ventiladores helicoidales 1/1125 hp.

Figura 22. Ventiladores



7 cm. Diámetro

5 cm. Diámetro

4 cm. Diámetro

**5.2.5 Recirculación del aire.** El aire que sale del horno a una temperatura de 41.57°C, tan sólo ha utilizado las dos quintas partes de su calor a fin de evaporar el agua contenida en la muestra, como resulta la relación:

$(X_0 - t_2) / X_0 - t_0$ . En estas condiciones la deshidratación no sería económicamente posible.

Con objeto de reducir de forma apreciable el volumen de calor que se pierde en el aire que abandona el secadero, se hace recircular parte de este aire del 50 al 75 % llevándolo de nuevo hasta la temperatura de entrada, junto con aire fresco del exterior. De esta forma se consigue un notable ahorro de energía. Sin la recirculación, para evaporar 1 kg., de agua se precisarían 1350 cal, mientras que con la recirculación esta cantidad se reduce, por término medio, 800-850 cal, ya que el aire recirculado requiere menos calor y al mismo tiempo disminuye el consumo de aire exterior frío.

**5.2.6 Tiempo de secado.** Cuanto mayor sea la carga en las bandejas mayor será el tiempo de secado. Existe un término medio en la determinación del tiempo de secado; resultados obtenidos en prácticas en un secadero con aire a 60°C y la carga en 1 m<sup>2</sup>.

Tabla 10. Tiempo de secado.

| Kg. | Horas |
|-----|-------|
| 9   | 11    |
| 7   | 8.5   |
| 5.5 | 6.5   |
| 4.5 | 5.5   |
| 3.5 | 3.5   |
| 2.5 | 2     |
| 1   | 0.5   |

Datos suministrados Laboratorio micología U. de Antioquia.

### 5.3 FUENTE CALÓRICA

Está alcanzada por resistencias eléctricas, para esto se realizaron pruebas de temperatura y potencia.

**5.3.1 Ley de Ohm.** La caída de tensión (Voltaje) en una resistencia (R), es directamente proporcional a la intensidad de la corriente que circula por ella (I).

$$V = I \times R. \text{ R en ohmios, V en voltios, I en amperios.}$$

### 5.3.2 Leyes de Kirchoff.

**\* Ley de las mallas:**

La suma algebraica de las tensiones en un camino cerrado de corriente es igual a cero.

Malla: Camino cerrado para la corriente.

\* Ley de los nodos:

La suma algebraica de las corrientes entrantes y salientes de un nodo es igual a cero.

Nodo: Punto de unión entre dos o más elementos de circuito.

Potencia eléctrica:

Está dada por la ecuación:

$$P = V \times I. \quad P \text{ en Watts.}$$

**5.3.3 Pruebas Eléctricas.** Para esto se realizó experimentando con diferentes resistencias aplicando chorro de aire acomodándolo en un tubo con un ventilador de 12 voltios y las resistencias conmutadas a una planta eléctrica las resistencias son:

Figura 23. Resistencias Eléctricas.



Figura 24. Refractario.



Figura 25. Prueba de ventilación.



1. Resistencia a 120 voltios.

$$I = 400 / 120$$

$$I = 3.3 \text{ amperios.}$$

$$R = 120 / 3.3$$

$$R = 36 \text{ ohm.}$$

Figura 26. Resistencia 120v.



2. Resistencia a 12 voltios

$$I = 200 / 12$$

$$I = 16.6 \text{ amperios.}$$

$$R = 12 / 16.6$$

$$R = 0.7 \text{ ohm.}$$

Figura 27. Resistencia 12v 16.6 amp



3. Resistencia a 12 voltios

$$I = 48 / 12$$

$$I = 4 \text{ amperios}$$

$$R = 12 / 4$$

$$R = 3 \text{ ohm.}$$

Figura 28. Resistencia 12v, 4amp.



4. Resistencia a 24 voltios

$$I = 48 / 24$$

$$I = 2 \text{ amperios}$$

$$R = 24 / 2$$

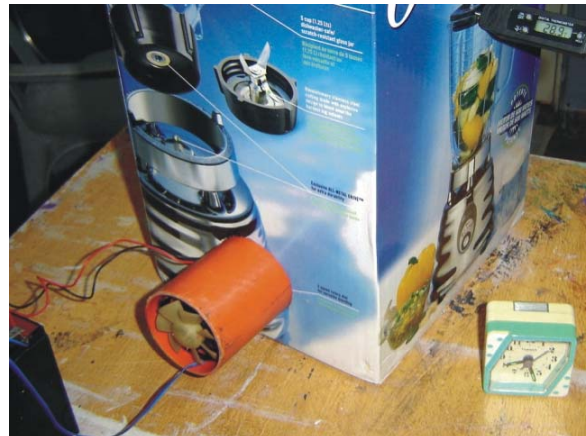
$$R = 12 \text{ ohm.}$$

Figura 29. Resistencia 24 voltios 2 amperios.



**5.3.4 Pruebas de Temperatura.** Se realizó simultanea a cada prueba eléctrica para esto se procedió haciendo llegar el flujo de aire proveniente del tubo a una caja de cartón de 30 x 20 x 12 cm. con un volumen de volumen de 14.400 cm<sup>3</sup>.

Figura 30. Pruebas de calefacción.



1. Resistencia a 120 voltios,  $I = 3.3$  amperios.

100°C en 1 minuto

2. Resistencia a 12 voltios,  $I = 16.6$  amperios.

80°C en 1 minuto

3. Resistencia a 12 voltios,  $I = 4$  amperios

60°C en 1 minuto

4. Resistencia a 24 voltios,  $I = 2$  amperios

40°C en 1 minuto.

**5.3.5 Conclusiones.** Se alcanzó los requerimientos de temperatura y calor con resistencia a 24 voltios y 2 amperios 40°C en 1 minuto y llega a su temperatura máxima de 58°C en 2,2 minutos son las temperaturas requeridas para el sistema calefactor.

Figura 31. Temperatura lograda.



## 5.4 FUENTE DE ENERGÍA

La fuente de energía que alimente el sistema de calefacción es indispensablemente eléctrica para alcanzar los 24 voltios se requiere de un transformador de corriente. Para satisfacer este factor en el campo se requiere de fuentes portátiles de energía en este caso baterías eléctricas para alcanzar los 24 voltios.

**5.4.1 Baterías portátiles.** Las baterías eléctricas se usan como fuente de energía obtenida por acción química. En general se componen de celdas electrolíticas en las que dos placas eléctricas de metales distintos (cátodo y ánodo) están separadas entre sí por una solución iónica que es el medio capaz de conducir electrones entre ambas placas.

Estos elementos están contenidos en un envase o recipiente metálico o plástico, con separadores de los elementos activos como papel o cartón, auxiliares constructivos como plomo o cadmio que mejoran la embutición o mercurio que limita la corrosión.

**Pilas estándar de zinc-carbón:** pilas tradicionales cilíndricas. Tienen una vida relativamente corta.

Tabla 11. Características de pila.

|             |                                         |
|-------------|-----------------------------------------|
| Componentes | Óxido de manganeso, zinc, agua y carbón |
| Peso        | 5 – 150 g                               |
| Mercado     | Al por menor                            |
| Aplicación  | Aparatos domésticos                     |

**Pilas estándar de alcalinas de manganeso:** tienen mayor vida que las de zinc-carbón. Son más herméticas y más seguras para aparatos que requieren mayor potencia.

Tabla 12. Pilas alcalinas de manganeso

|             |                                             |
|-------------|---------------------------------------------|
| Componentes | Óxido de mercurio, zinc y hierro            |
| Peso        | 1 – 50 g                                    |
| Mercado     | Al por menor                                |
| Aplicación  | Aparatos de sordos, marcapasos y fotografía |

**Pilas botón alcalinas de manganeso:** las mismas características que las estándar del mismo tipo.

Tabla 13. Pilas botón alcalinas de manganeso

|             |                                           |
|-------------|-------------------------------------------|
| Componentes | Dióxido de manganeso, zinc, agua y hierro |
| Peso        | 1 – 15 g                                  |
| Mercado     | Al por menor                              |
| Aplicación  | Equipos pequeños portátiles               |

**Baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd):** han surgido en los 4-5 últimos años. Pueden dar respuesta a puntas de demanda fuertes.

Tabla 14. Pilas níquel - cadmio.

|             |                                                                                               |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Componentes | níquel, cadmio, hierro y potasio                                                              |
| peso        | 10 – 1000 g                                                                                   |
| mercado     | Al por menor, fabricantes de equipos.                                                         |
| aplicación  | Herramientas, luces de emergencia, aparatos domésticos, PC's, videocámaras, teléfonos móviles |

**Baterías herméticas de plomo:** son como las de arranque de automoción pero de menor peso y tamaño, para arranque de pequeñas maquinas.

Tabla 15. Batería hermética de plomo.

|             |                                                                          |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Componentes | Plomo y ácido sulfúrico                                                  |
| peso        | 200 g – 3 Kg.                                                            |
| mercado     | Al por menor y fabricantes de equipos                                    |
| aplicación  | Luces de emergencia, sistemas de alarma, arranque de pequeña maquinaria. |

**Baterías plomo-ácido ZIL (arranque, iluminación, ignición):** esta tecnología se usa especialmente en automoción

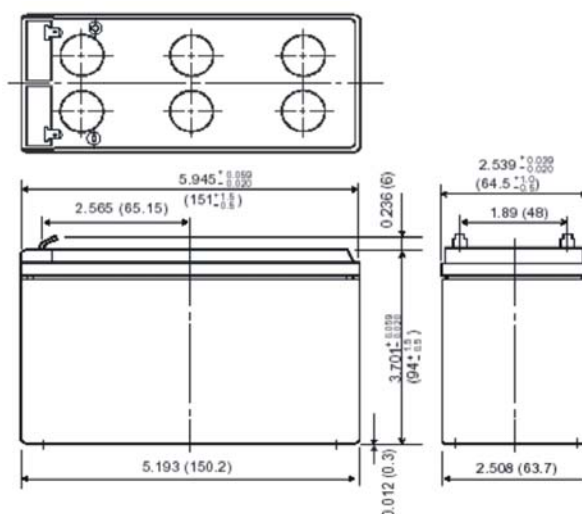
Tabla 16. Batería plomo ácido.

|             |                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------|
| Componentes | Plomo y ácido sulfa                                 |
| peso        | 500 g – 25Kg.                                       |
| mercado     | Automoción                                          |
| aplicación  | Baterías de arranque para coches y otros vehículos. |

**5.4.2 Batería propuesta.** Según las pruebas eléctricas y de temperatura se empleará una batería de 24 voltios o 2 de 12 voltios, con un amperaje por encima de los 2 amperios, el recomendado está entre los 6 a 12 amperios hora para así lograr una efectividad eléctrica durante periodos de funcionamiento en campo de 1 ó 2 horas día, la batería encontrada en el mercado cumple las siguientes características:

- Batería hermética plomo – ácido.
- carcasa en resina.
- peso unidad 2.4 Kg.
- 7.2 amperios / hora.
- Marca panasonic ó csb y otras.
- Dimensiones en mm.

Figura 32. Dimensiones batería 12 v 7 amp/ 20 horas.



## 6. PROPUESTA

### 6.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

#### 6.1.1 Uso.

\* **Practicidad.** La función relacionada con el producto usuario debe ser de fácil encendido, operación, porte y su adaptación al espacio o su ubicación.

\* **Conveniencia.** Que el comportamiento del producto sea el óptimo, que no genere ruidos, facil mantenimiento y consumo energético disponible.

\* **Seguridad.** No debe existir riesgos para el usuario, elementos electromecánicos aislados, componentes eléctricos y mecánicos de óptima calidad, no contener elementos explosivos o corto-punzantes, no implicar ningún riesgo al usuario durante su movimiento o traslado. Para la transmisión de calor por convección el sistema debe aislarse, de tal forma que el usuario no tenga contacto directo con temperaturas altas.

\* **Mantenimiento.** Fácil limpieza interior y exterior, superficies y partes de fácil acceso. Materiales que no se deterioren con el uso de limpiadores domésticos.

\* **Reparación.** Componentes de fácil adquisición en el mercado local, reparación en taller especializado en equipos electrodomésticos y acceso inmediato al sistema calefactor y circuitos eléctricos.

\* **Manipulación.** Ninguna parte de difícil acceso, puerta de acceso ligero y despliegue de bandejas y control. Facilidad en carga y descarga de muestras, facilidad en el manejo del control de encendido.

\* **Antropometría.** Ajustado a límites preestablecidos en tablas antropométricas, para esto el diseño del sistema debe tener en cuenta los parámetros dimensionales de las cavidades y bandejas, así como la distancia de ubicación de las asas y panel de control, los cuales deben situarse de tal forma que el equipo esté al alcance del percentil promedio del usuario.

\* **Ergonomía.** Sencillo acceso a los contenedores y bandejas para las muestras, sin generar esfuerzo operacional.

No tener vibraciones anormales, ni poseer elementos visuales agresivos, no confundir al usuario con mecanismos ni parte ambiguas, evitar al máximo ruidos, vibraciones y sobretodo emanaciones de humos y sobrecalentamientos externos en el equipo.

\* **Percepción.** Identificación del horno con su imagen comercial y su función específica. No romper con el entorno ya sea en campo o en laboratorio. Colores armónicos con los empleados en equipos de esta clase. Forma controlada y fácil de identificar con las tendencias actuales, y que se perciba la facilidad en el transporte.

\* **Transporte.** Asas fácilmente reconocibles y accesibles, peso y dimensiones que permiten la manipulación por una sola persona, elementos facilitadores del transporte integrados formalmente con el objeto que no agrede a quien lo transporta. Movimientos que no desajusten el funcionamiento del deshidratador ni sus componentes.

### 6.1.2 Función.

\* **Mecanismos.** Contiene elementos constitutivos del sistema de calefacción por convección forzada y su alimentación energética. Componentes eléctricos y circulación de aire integrados al diseño. Compuerta pivotante para acceso de los organismos. Bandejas como recipientes internos para ubicar las muestras.

\* **Confiabilidad.** Eficiencia en conservar y deshidratar los macro hongos.

\* **Versatilidad.** Para uso tanto en campo (conservar) como en laboratorio (deshidratar).

\* **Resistencia.** Que soporte esfuerzos generados con el desplazamiento y choques ocasionales al estar sometido en la intemperie y factores ambientales que afecten el funcionamiento del horno.

\* **Acabado.** Acabados finales de acuerdo a las tecnologías de materiales en la región. Interiores protegidos para que los organismos no afecten el sistema del equipo.

### 6.1.3 Estructura.

\* **Componentes.** Número limitado de partes en el sistema calefactor, integrar al diseño los componentes del sistema con las estructurales contenedores o bandejas puerta asas.

\* **Carcasa.** Parte externa del horno en material polimérico de alta resistencia y fácil adquisición en el mercado local y disponibilidad de su tecnología.

Su construcción debe tener en cuenta el diseño de moldes y ensambles con otros componentes en diferente material o partes metálicas.

\* **Unión.** En el ensamble de componentes se recurre a elementos que permita la tecnología local para la unión de los materiales seleccionados tales como pegantes, soldaduras, uniones remachadas, tornillos etc.

\* **Centro de gravedad.** De acuerdo con la masa, peso y volumen de los componentes del horno y sus exigencias estructurales se logra un equilibrio y estabilidad tanto en su percepción como en su operación.

\* **Estructurabilidad.** La estructura del equipo debe permitir el fácil acceso a los componentes en su función y revisión técnica. Debe existir coherencia y soporte entre el sistema de secado y contenedores que se adecua con las dimensiones, volumen y requerimientos de resistencia calculados.

#### **6.1.4 Económicos o de mercado.**

\* **Demanda.** La cantidad solicitada del producto es para un sector muy reducido tanto en la región como a nivel nacional ya que la existencia de centros de estudio en micología se limita a universidades y entidades de conservación ambiental.

\* **Oferta.** El producto se destinará para estudios a realizar en la escuela de biología de la UIS, y futuras producciones para la universidad de Antioquia y nacional de Bogotá.

\* **Distribución.** Por vía terrestre o aérea para esto hay que tener en cuenta las dimensiones del producto y su embalaje.

\* **Empaque.** Para la protección y manipulación en el transporte para la distribución del horno deshidratador con sus componentes.

\* **Ciclo de vida.** Tener en cuenta las etapas del ciclo de vida de un producto: introducción, desarrollo, madurez y decadencia.

#### **6.1.5 Identificación.**

\* **Estilo.** Afectado por las tendencias actuales que ubique al horno con los avances técnicos en materiales su manufactura y formas minimalistas que se ven en productos contemporáneos.

\* **Unidad.** Total coherencia en el producto que se perciba como un todo integrado a través de la forma, con elementos simples en el diseño, una relación de proporcionalidad y repetición de elementos.

\* **Interés.** Con elementos formales tales como curvas y simplicidades de línea armoniosa producidas con el efecto funcional del sistema.

\* **Equilibrio.** Fusión entre diseño formal y funcional que exista conceptos de equilibrio y estabilidad por medio análisis geométrico.

\* **Superficie.** Se logra un mejor acabado de superficie según los procesos en su manufactura, además integrados con el diseño color y textura en sus partes externas y sitios de interés operacional como puertas y bandejas.

\* **Apariencia.** Se relaciona directamente con su función y el medio de trabajo para esto se tiene en cuenta formas de tipo orgánico especialmente de macro hongos.

\* **Impresión.** Se Incluye planos técnicos como los eléctricos del sistema calefactor, producción y piezas de orden mecánico. Su respectivo manual de operación y componentes para su mantenimiento. Impresiones de empaque, nombre, advertencias o recomendaciones especiales.

#### **6.1.6 Legales.**

\* **Patente.** Seguir los requerimientos de la superintendencia de Industria y comercio de Colombia. Bogotá, ISAS, y derechos reservados de autor.

\* **Normas.** Normas para trabajo de investigación en campo y laboratorio. Revisión normas ICONTEC. Normas de compatibilidad electromagnética CE, de la comunidad europea e internacional de equipos eléctricos.

#### **6.1.7 Técnico productivo.**

\* **Bienes de capital:** se tiene en cuenta los componentes de cada sistema con su manufactura, en el caso eléctrico con centros electrónicos de montaje e imprimación de tarjetas, talleres de manufactura metalmecánica y polimérica.

\* **Mano de obra.** En la fabricación de componentes se cuenta con el personal especializado en cada área y para su montaje final con la participación del autor.

\* **Estandarización.** Se considera el diseño y fabricación de moldes para partes en serie como bandejas o contenedores y curvas de superficie para agilizar el proceso productivo. También el uso de partes y repuestos ofrecidos en el mercado.

\* **Línea de producción.** Tener en cuenta que cada componente depende del otro ya que su producción es independiente y puede verse afectado el ensamble final.

\* **Materias primas.** Se debe tener en cuenta las exigencias de resistencia y conductibilidad y aislamiento térmico de los materiales, también en su manipulación para optimizar producción y eficiencia de trabajo.

\* **Control de calidad.** En el montaje del circuito eléctrico se debe tener en cuenta el funcionamiento preliminar en protoboard, también el rendimiento de la fuente portátil de energía y recorrido de flujo de aire caliente efectivo a los contenedores o bandejas.

\* **Embalaje.** Aunque la producción no es grande se tiene en cuenta que el producto se movilizará y necesita de un correcto procedimiento en su empaque y sellos de calidad y normas de comercialización de productos de esta magnitud.

## **6.2 PARÁMETROS DE DISEÑO.**

### **6.2.1 Uso.**

\* **Practicidad.** La activación del equipo de un inmediato acceso como único sistema de control, debe ser en la parte frontal junto con el acceso a las bandejas y así tener un solo panorama en la operación del horno.

\* **Conveniencia.** Las partes y mecanismos internos de óptima calidad (nuevos) y estratégicamente montados en la parte inferior del equipo donde por estabilidad, espacio y funcionamiento hace que el diseño sea aún más firme.

\* **Seguridad.** El transformador de corriente, la batería y las resistencias tendrán un aislamiento térmico con los demás componentes para evitar riesgos en sobrecalentamientos.

El diseño tanto interno como externo debe ser con superficies curvas sin aristas vivas que pueden agredir al usuario; también evita la condensación interna y da un alto rendimiento en la circulación del aire caliente.

\* **Mantenimiento.** Las bandejas serán desmontables y así tener acceso directo a la cavidad interna del horno para efectuar la remoción y limpieza de residuos orgánicos.

\* **Reparación.** El sistema calefactor, la fuente de alimentación energética y circuitos eléctricos forman la unidad independiente separable de los contenedores y la recirculación en la carcasa para efectuar un cómodo despiece para futuros cambios, arreglos y recargas.

\* **Manipulación.** La puerta de acceso irá pivotando en parte inferior quedando estática a la hora del llenado y vaciado de las bandejas, estas serán totalmente horizontales y deslizables para tener una mejor supervisión y control en el proceso a la hora de cargar y descargar muestras.

\* **Antropometría.** Al definir los parámetros antropométricos para el diseño se debe tener en cuenta los componentes del horno tales como los controles, paneles, bandejas, asas y dimensiones externas relacionándolas con el sitio donde va a operar tal como el laboratorio o el campo. Las medidas de las partes del cuerpo que entran a participar en el trabajo y la operación del horno son especialmente las manos y ángulos de visibilidad.

#### **a. Medidas de la mano para manijas y asas.**

Figura 33. Antropometría de la mano en vistas ventral cerrada y radial cerrada.

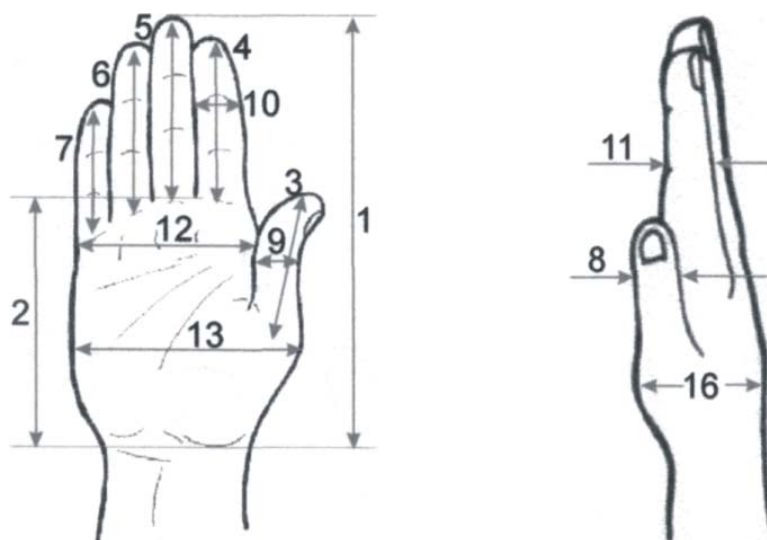


Tabla 17. Antropometría de la mano.

| Medidas en mm.                               | Hombre |       |     | Mujer |       |     |
|----------------------------------------------|--------|-------|-----|-------|-------|-----|
| Dimensión                                    | %5     | Media | %95 | %5    | Media | %95 |
| 1. Largo de mano                             | 173    | 189   | 205 | 159   | 174   | 189 |
| 2. Largo de la palma                         | 98     | 107   | 116 | 89    | 97    | 105 |
| 3. Largo dedo pulgar                         | 44     | 51    | 58  | 40    | 47    | 53  |
| 4. Largo del dedo índice                     | 64     | 72    | 79  | 60    | 67    | 74  |
| 5. Largo del dedo medio                      | 76     | 83    | 90  | 69    | 77    | 84  |
| 6. Largo del dedo anular                     | 65     | 72    | 80  | 59    | 66    | 73  |
| 7. Largo del dedo meñique                    | 48     | 55    | 63  | 43    | 50    | 57  |
| 8. Ancho del pulgar                          | 20     | 23    | 26  | 17    | 19    | 21  |
| 9. Espesor del pulgar                        | 19     | 22    | 24  | 15    | 18    | 20  |
| 10. Ancho del índice                         | 19     | 21    | 23  | 16    | 18    | 20  |
| 11. Espesor del índice                       | 17     | 19    | 21  | 14    | 16    | 18  |
| 12. Ancho de la mano (metacarpiano)          | 78     | 87    | 95  | 69    | 76    | 83  |
| 13. Ancho de la mano (pulgares inclinados)   | 97     | 105   | 114 | 84    | 92    | 99  |
| 14. Ancho de la mano (mínimo)                | 71     | 81    | 91  | 63    | 71    | 79  |
| 15. Espesor de la mano (metacarpiano)        | 27     | 33    | 38  | 24    | 28    | 33  |
| 16. Espesor de la mano (pulgares inclinados) | 44     | 51    | 58  | 40    | 45    | 50  |

Tabla 18. Antropometría de la mano en vistas ventral abierta, radial abierta y ventral cerrada<sup>20</sup>.

| Medidas en mm.                  | Hombre        |     |      | Mujer           |                 |                 |
|---------------------------------|---------------|-----|------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Dimensión                       | Significativo | %95 | D.E. | Significativo   | %95             | D.E.            |
| A P. Ancho de la palma          | 87            | 95  | 0.4  | 76              | 84              | 0.4             |
| CP. Circunferencia de la palma. | 215           | 232 | 1.1  | 183             | 198             | 0.9             |
| EP. Espesor de la palma         | 30            | 33  | 0.2  | 25              | 29              | 0.2             |
| LD Longitud del dedo            | 126           | 139 | 0.8  | No suministrado | No suministrado | No suministrado |
| AM Ancho de la mano             | 104           | 112 | 0.5  | 92              | 101             | 0.6             |
| CM Circunferencia de la mano    | 254           | 274 | 1.1  | No suministrado | No suministrado | No suministrado |

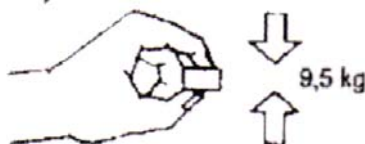
#### b. Esfuerzos permisibles por la mano:

Para evitar fatigas en tendones y músculos las asas o elementos que estén en contacto directo con las manos deben estar acordes con sus dimensiones y si es el caso no exceder el límite fuerza permisible.

##### 1. Pellizcar



##### 2. Apretar



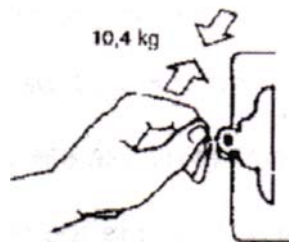
<sup>20</sup> Tabla de Chaffin D., Anderson G.

Chaffin D., Andersson G., Occupational Ergonomics, 1984, Editorial John Wiley & Sons, Brisbane, p 366.

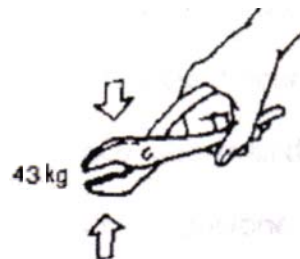
3. Presión digital.



4. Apretar / Comprimir.

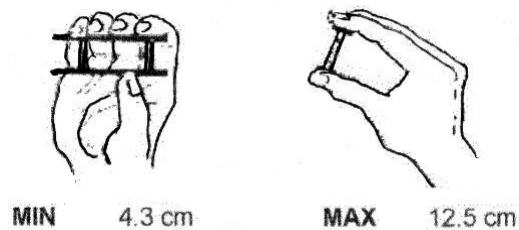


5. Presión palmar.

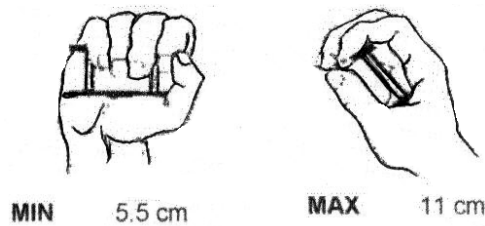


**\* Dimensiones de agarre.**

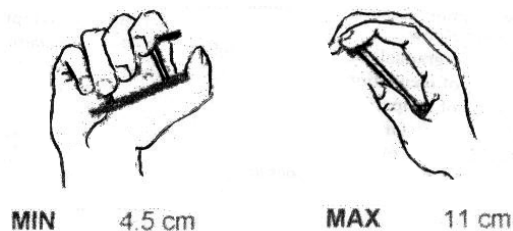
1. Pellizco.



## 2. Cilíndrico.



## 3. oblicuo.



## \* Ergonomía.

### 1. Sistema hombre máquina.

El proceso de información es el siguiente: los indicadores, o "displays", de la máquina dan una información sobre la marcha de la producción; el operario registra esta información (percepción), debe comprenderla y evaluarla correctamente (interpretación), luego debe tomar una decisión y dar una respuesta, realizando los movimientos apropiados para transmitir la información al equipo, una señal de control informa a su vez del resultado de la acción (feedback), Los mandos representan el último eslabón en este circuito de informaciones.

### 2. Sistema automático.

Cuando un sistema esta totalmente automatizado realiza todas las funciones operacionales, incluyendo el sentido, el proceso de elaboración de la información y

la toma de decisión y de acciones. Un sistema tal necesita estar completamente programado para poder tomar medidas en caso de que se presenten contingencias que sean sentidas. La mayoría de los sistemas automáticos son del tipo de Bucle cerrado. El horno deshidratador es un sistema automático en que el operario solo se encargará de activar el equipo, una vez estén cargadas las bandejas supervisa el estado de deshidratación de los organismos y efectúa el retiro de los organismos. Este proceso se puede repetir según la cantidad de muestras obtenidas y seleccionadas en campo.

Tabla 19. Sistema hombre máquina.

| Clase de sistema                  | Modo de operación      | Componentes                                                                          | Ensamblaje entre componentes                                                              | Equipo              |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| sistema automático predeterminado | Programado o adaptable | Sistema calefactor, ventilación movidos energéticamente por batería o toma corriente | Cables, circuito eléctrico, conductos, rejillas, bandejas, formando un círculo de control | Horno deshidratador |

3. Para la ubicación de controles y operaciones como abrir y cerrar compuertas al sacar y extraer muestras en laboratorio y campo se tiene en cuenta los ángulos de visión. Estas características ergonómicas recomendadas para tableros de mando están diseñadas para que se adapten a personas entre porcentajes 5 y 95.

#### 4. Carga física.

Las dimensiones del horno dependen de la capacidad volumétrica de las bandejas y el contenedor del sistema calefactor y fuente de alimentación de energía, también influyen en el peso para su movilización en su operación en laboratorio y en campo. La manipulación manual de cargas es una tarea bastante frecuente en la salida a campo ya que el equipo básico para la salida consta de:

- Carpa de acampar.
- Maletín con ropa de campo.
- Maletín con víveres.
- Equipo de estudio: microscopio, caja utensilios de corte, insumos químicos. etc.
- Equipo de recolección: canasto, papel parafinado, pala, navaja.
- Horno para deshidratación.

En la manipulación manual de cargas interviene el esfuerzo humano tanto de forma directa (levantamiento, colocación) como indirecta (empuje, tracción, desplazamiento). También es manipulación manual transportar o mantener la carga alzada. Incluye la sujeción con las manos y con otras partes del cuerpo, como la espalda, y lanzar la carga de una persona a otra. El peso estimado para levantar una carga: 3Kg-25Kg. Cargas menores de 3 kg también podrían generar riesgos de trastornos músculos esqueléticos en los miembros superiores debidos a esfuerzos repetitivos. Las cargas que pesen más de 25 kg muy probablemente constituyan un riesgo.

#### 5. Factores de riesgo para levantar cargas:

##### a. Características de la carga.

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorso lumbar, en los casos siguientes:

- Cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande.
- Cuando es voluminosa o difícil de sujetar.
- Cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.

- Cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- Cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

b. Esfuerzo físico necesario.

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorso lumbar, en los casos siguientes:

- Cuando es demasiado importante.
- Cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.
- Cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- Cuando se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

c. Características del medio de trabajo.

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorso lumbar, en los casos siguientes:

- Cuando el espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.

- Cuando el suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.
- Cuando la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.
- Cuando el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.
- Cuando el suelo o el punto de apoyo son inestables.
- Cuando la temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.
- Cuando la iluminación no sea adecuada.
- Cuando exista exposición a vibraciones.

d. Exigencias de la actividad.

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorso lumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

- Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- Periodo insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

e. Factores individuales de riesgo.

Constituyen factores individuales de riesgo:

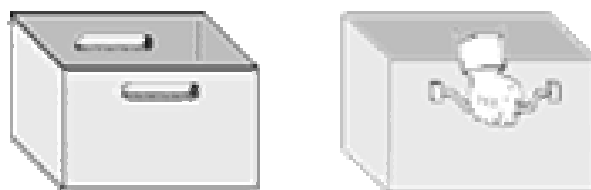
- La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
- La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- La existencia previa de patología dorso lumbar.

#### 6. Agarres de la carga:

Si la carga es redonda, lisa, resbaladiza o no tiene agarres adecuados, aumentará el riesgo al no poder sujetarse correctamente.

a. **AGARRE BUENO:** si la carga tiene asas u otro tipo de agarres con una forma y tamaño que permita un agarre cómodo con toda la mano, permaneciendo la muñeca en una posición neutral, sin desviaciones ni posturas desfavorables.

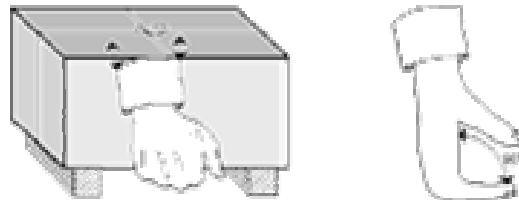
Figura 34. Agarre bueno



b. **AGARRE REGULAR:** si la carga tiene asas o hendiduras no tan óptimas, de forma que no permitan un agarre tan cómodo como en el apartado anterior. También se incluyen aquellas cargas sin asas que pueden sujetarse flexionando la

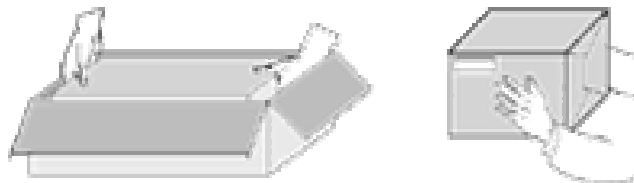
mano 90° alrededor de la carga. Si el agarre es regular su peso se multiplica por el factor de corrección en este caso 0.95.

Figura 35. Agarre regular.



c. **AGARRE MALO:** si no se cumplen los requisitos del agarre medio. Si el agarre es regular su peso se multiplica por el factor de corrección en este caso 0.9

Figura 36. Agarre malo.



## 7. Transporte de la carga

Para mantener una carga en movimiento el peso recomendado es 10 kg. Los límites de carga acumulada diariamente en un turno de 8 horas, en función de la distancia de transporte, no deben superar los de la siguiente tabla:

Tabla 20. Transporte de carga.

| Distancia de transporte<br>(metros) | Kg/día transportados<br>(máximo) |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Hasta 10 m                          | 10.000 kg                        |
| Más de 10 m                         | 6.000 kg                         |

## 8. Dimensiones de la carga.

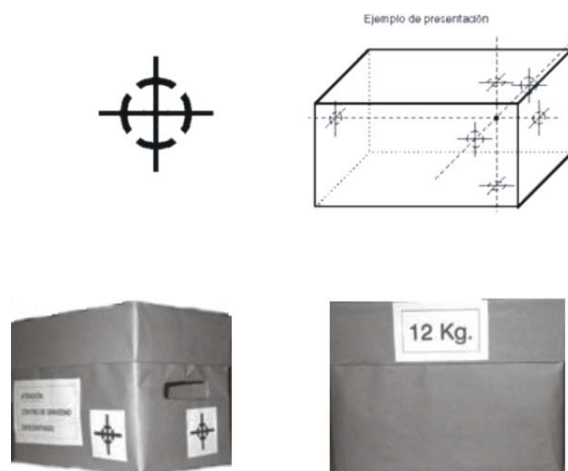
Es conveniente que la anchura de la carga no supere la anchura de los hombros (60 cm. aproximadamente). La profundidad de la carga no debería superar los 50 cm., aunque es recomendable que no supere los 35 cm.

El riesgo se incrementará si se superan los valores en más de una dimensión y si el objeto no proporciona agarres convenientes.

#### 9. Centro de gravedad de la carga

Si el centro de gravedad de un objeto está desplazado de su centro geométrico, puede suceder que se encuentre muy alejado del centro de gravedad del cuerpo del trabajador, aumentando las fuerzas compresivas que se van a generar en los músculos y articulaciones (sobre todo en la zona lumbar).

Figura 37. Centro de gravedad.



#### 8. Temperatura ruido y vibración:

a. El sistema de recirculación y evacuación de humos estará en la parte posterior del horno para evitar algún contacto térmico con el operario.

b. El ruido y la vibración generada por el extractor o ventilador son mínimos debido a su bajo poder y tamaño.

**\* Percepción.**

1. El usuario identificará directamente el modo de uso ya que todos los elementos de interacción son mínimos y se encuentran en la cara frontal del horno.

2. Su forma y función asociadas con la parte orgánica en especial los macro hongos con su limpieza en las superficies y volúmenes curvos; evoca al usuario afinidad con su profesión.

3. El color estimado es el Blanco que brinda nitidez, limpieza, seguridad e identifica al producto como un equipo propio de laboratorio.

4. Su íntegra geometría hace que contraste con las formas irregulares que se encuentran en campo, esto hace que sobresalga y no se produzcan pérdidas o tropiezos por mimetización.

5. Dispositivos de información:

La visión es el sistema sensorial por el cual las personas reciben generalmente más del 80% de la información, convirtiéndose este en un canal óptimo a utilizar en el diseño del equipo portátil. Algunos dispositivos de información visual básicos son:

a. Alarmas: las alarmas visuales pueden ser lámparas de diversas formas y tamaños que emiten luces de colores generalmente parpadeantes; pueden incluirse símbolos flechas y letreros.

b. Indicadores: la información que ofrecen los indicadores se caracteriza por su sencillez y debe ser para informar si el sistema esta en funcionamiento o no, o si se presenta alguna falla dentro del sistema.

c. Contadores: se utilizan para comunicar el comportamiento de un parámetro a través de números.

Los colores en los dispositivos dan un significado de función para alarmas e indicadores tenemos los siguientes datos:

Tabla 21. Significado de luces indicadoras.

| COLOR   | FUNCION                                                             | SIGNIFICADO                                     |
|---------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Rojo    | Parada – rearme                                                     | Alarma                                          |
| Naranja | Puesta en marcha                                                    | Atención – aviso – funcionamiento               |
| Verde   | Marcha – autorización de inicio de ciclo automático                 | Confirmación de orden bien ejecutada            |
| Azul    | Marcha                                                              | Confirmación de orden bien ejecutada            |
| Blanco  | Puesta en tensión de un circuito – puesta en marcha de una función. | Confirmación permanente de orden bien ejecutada |

d. Símbolos: son elementos gráficos que se incorporan para transmitir un mensaje. Su precisión debe ser la necesaria y suficiente.

- La mayor exactitud posible.
- La mayor simplicidad.
- Las dimensiones de las letras deben ser adecuadas a la distancia y ángulos de visión.
- Utilizar los colores normalizados para la seguridad e higiene, rojo, verde, amarillo, azul, negro y blanco.

- Para los colores de las luces de los indicadores se recomiendan rojo, verde, amarillo y blanco.
- Se recomienda utilizar formas geométricas sencillas como: triángulo, círculo, estrella, rombo y semicírculo.
- La agrupación, la secuencia de lectura y la correspondencia espacial con el proceso a realizar, debe ser planificada para que el usuario tenga que realizar el mínimo de operaciones.

## 6. Controles:

Existen diferentes tipos de controles dependiendo de las operaciones o funciones que se efectúen, tenemos:

Botones: de orden si o no, encender apagar, de respuesta inmediata.

Perillas: hacen crecer una variable múltiples valores.

Otros: Pulsadores de mano, de pie, interruptores de palanca, perillas, manivelas, teclados.

Tabla 22. Botones y pulsadores.

| Tipo de control                                                                                              | Rapidez       | Precisión     | Fuerza        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <br>Botón                 | No utilizable | regular       | No utilizable |
| <br>Pulsador              | Bueno         | No utilizable | No utilizable |
| <br>Interruptor giratorio | Bueno         | Bueno         | No utilizable |
| <br>Interruptor palanca   | Bueno         | Bueno         | Pobre         |

**6.2.2 Función.** Según el desarrollo del proyecto se requiere los componentes óptimos para el buen funcionamiento del sistema de calefacción, tenemos los siguientes:

- Ventilador 12 voltios.
- Resistencia eléctrica 1 metro entorchada de 24 voltios 2 amperios.
- Placas refractarias.
- Batería de 12 voltios 7.2 amperios, 2 unidades.
- Ductos de circulación de aire caliente.
- Sistema eléctrico.
- Indicadores.
- Controles.

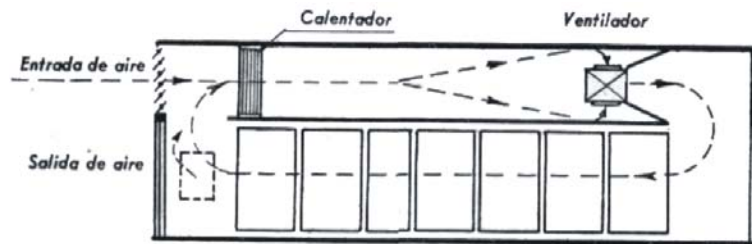
**6.2.3 Estructura.** Está compuesta básicamente por la carcasa que constituye la parte externa del horno. Se divide en dos partes:

1. Parte de Acción: contiene las bandejas de adecuación de muestras y una puerta para el acceso a ellas
2. Parte de Operación o función: es la que contiene los elementos o mecanismos del sistema calefactor, parte baja del equipo.

## **6.3 PROPUESTA FUNCIONAL.**

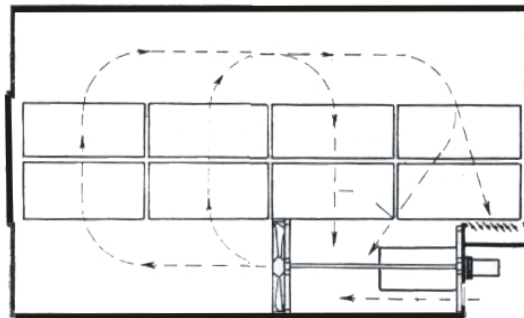
**6.3.1 Alternativas existentes de Secado de hornos por convección forzada.** (véase la figura siguiente).

Figura 38. Deshidratador continuo a contracorriente.



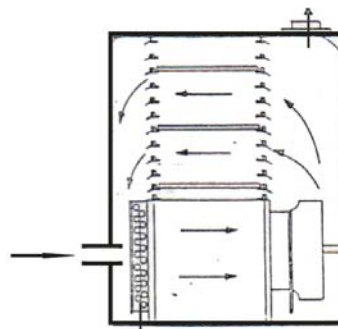
- Requiere mayor espacio para la entrada de aire.
- Calefacción de succión interna.
- No tiene recirculación.
- Origina mayor gasto de energía

Figura 39. Deshidratador con Recirculación de aire bilateral



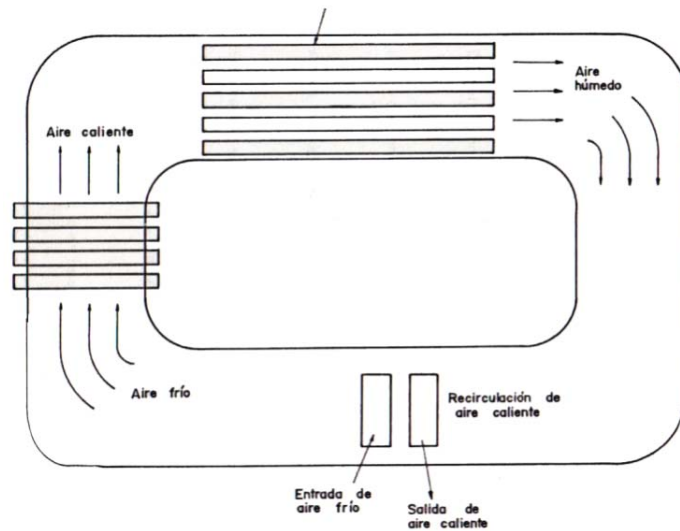
- Con adecuación apropiada de recirculación.
- De uso industrial.

Figura 40. Secado con recirculación entre bandejas.



- Es el recomendado para deshidratar organismos en la industria.
- Sistema de recirculación interno directo entre bandejas.

Figura 41. Secado continuo.



- Similar al primero.
- Posee recirculación externa al contenedor de secado.

**\* Selección del horno por convección.**

Tabla 23. Valoración alternativas hornos.

|                                                   |   |
|---------------------------------------------------|---|
| Deshidratador continuo a contracorriente          | 2 |
| Deshidratador con Recirculación de aire bilateral | 4 |
| Secado con recirculación entre bandejas.          | 5 |
| Secado continuo.                                  | 3 |

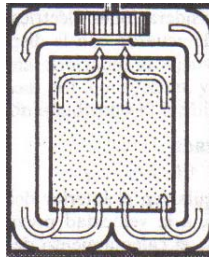
Horno de secado con recirculación entre bandejas. Este tipo de secadores se utilizan normalmente para materiales granulares o particulados. El material a secar se sitúa en una serie de bandejas. Estas bandejas pueden calentarse por la parte inferior por medio de circulación de aire caliente sobre el material. En algunos

casos el aire se calienta previamente al paso por el secador. En muchos de ellos se utiliza recirculación de aire y recalentamiento antes del paso por cada bandeja. Este procedimiento presenta dos ventajas. Por una parte se requieren menores cantidades de aire para conseguir el mismo grado de secado. Por otra, si se tuviera que eliminar la misma cantidad de agua con una sola etapa, la misma cantidad de aire debería calentarse a una temperatura más elevada.

### **6.3.2 Alternativas existentes de circulación interna de aire caliente.**

#### **\* Circulación vertical.**

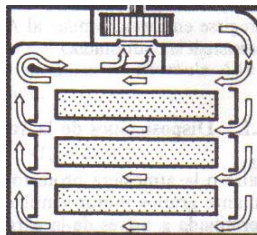
Figura 42. Circulación vertical.



- Interfiere con el diseño en la superior.
- Requiere un motor con mayor potencia para impulsar el aire
- No recircula el aire

#### **\* Circulación horizontal.**

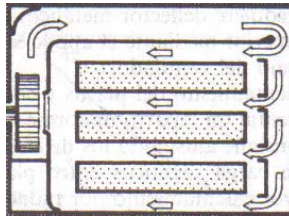
Figura 43. Circulación Horizontal.



- Genera mayor velocidad en el flujo de aire.
- No presenta recirculación.

**\* Circulación horizontal frontal.**

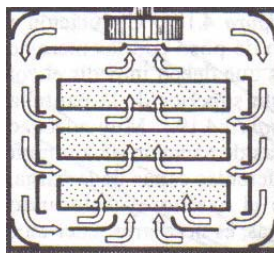
Figura 44. Circulación frontal.



- La posición del ventilador en frontal o posterior a la mitad del horno crea un conflicto formal.
- Genera mayor velocidad en el flujo de aire

**\* Circulación vertical horizontal.**

Figura 45. Circulación vertical horizontal.



- Distribución homogénea del aire.
- Recirculación entre bandejas.
- No genera velocidades críticas internas.

**\* Selección de sistema de circulación.**

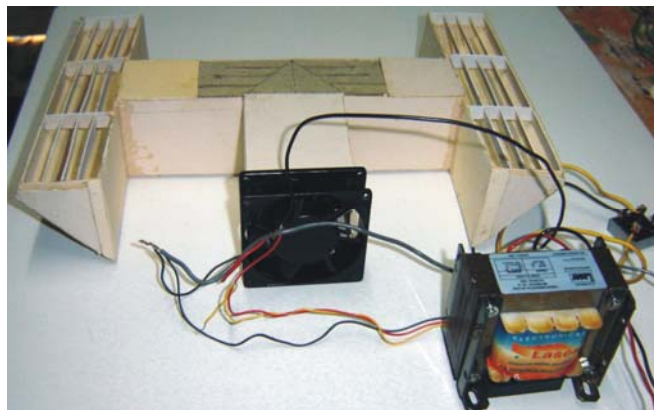
Tabla 24. Valoración sistema de circulación.

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Circulación vertical            | 2 |
| Circulación horizontal          | 3 |
| Circulación horizontal frontal  | 3 |
| Circulación vertical horizontal | 5 |

La circulación interna vertical horizontal. El aire es horizontal hacia el interior de la cámara útil, y vertical a través de las piezas dispuestas en bandejas o contenedores. Las cargas densas que las partes extremas de las bandejas tienen una circulación sensiblemente inferior a las centrales, esto exige una carga cuidadosamente homogénea de los contenedores

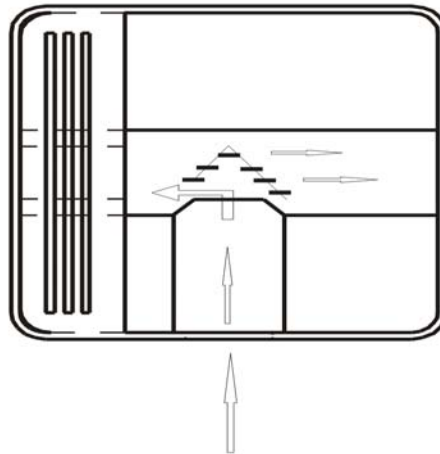
**6.3.3 Sistema de circulación propuesto.** Para lograr una distribución del aire hacia el interior y distribución homogénea se diseñó un sistema de entrada de aire de la inferior a la superior. Tomando como referencia las alternativas seleccionadas para que cumplan las características de secado y circulación de aire del horno de secado con recirculación entre bandejas y la circulación interna vertical horizontal.

Figura 46. Propuesta sistema de circulación.



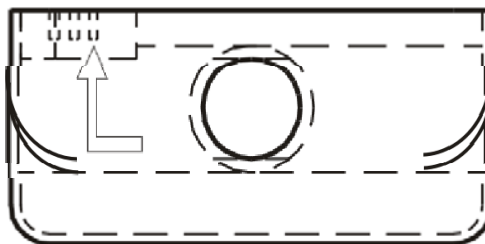
\* **Entrada de aire.** Ubicado el sistema de ventilación en la posterior absorbe aire que luego es calentado por las resistencias. Este aire es distribuido a lado y lado por un diseño de distribución stylovent.

Figura 47. Diseño distribución stylovent.



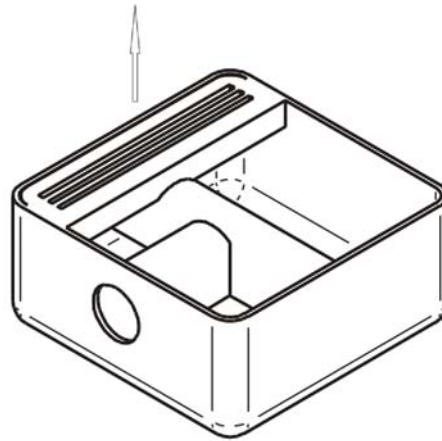
\* **Distribución homogénea.** El flujo de aire al llegar a los extremos tiene que chocar con esquinas curvadas para no generar turbulencias y pérdidas de flujo homogéneo.

Figura 48. Vista frontal distribución aire.



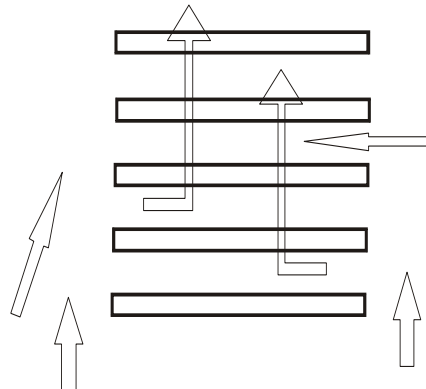
\* **Circulación al interior.** En su recorrido el aire es conducido hacia la superior al intervenir con las rejillas de distribución unilateral.

Figura 49. Isométrica ventilación.



\* **Circulación entre bandejas.** Se tomó como medida que cumpla con la circulación vertical horizontal y horno entre bandejas el aire debe seguir con su recorrido hacia el objetivo principal que es el contenido de las bandejas para que esto suceda su dirección debe tener una ligera inclinación hacia ellas, esto lo pude proporcionar el distribuidor unilateral o el diseño de la carcasa misma.

Figura 50. Sistema interno de circulación de aire.



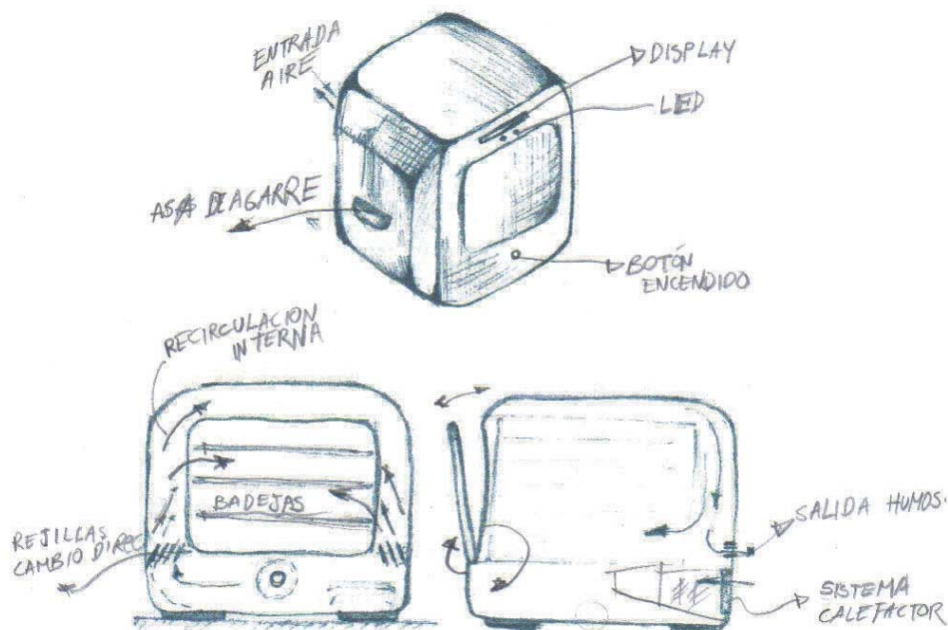
## 6.4 ALTERNATIVAS FORMAL ESTÉTICAS

**6.4.1 Alternativa 1: carcasa.** La forma de esta carcasa esta determinada por el crecimiento ascendente del flujo de aire proveniente de las laterales inferiores,

este es intervenido por un difusor unilateral inclinado para que el aire fluya en dirección hacia las bandejas. Con curvaturas en las esquinas superiores hace que también circule libremente el aire en las bandejas superiores.

La entrada de aire en la posterior requisito ya establecido en el diseño funcional; la recirculación en las paredes posteriores hace que el aire caliente se conserve más en el horno y fluya entre bandejas y a considerar de un 2% a un 5% de escape de vapor en la posterior.

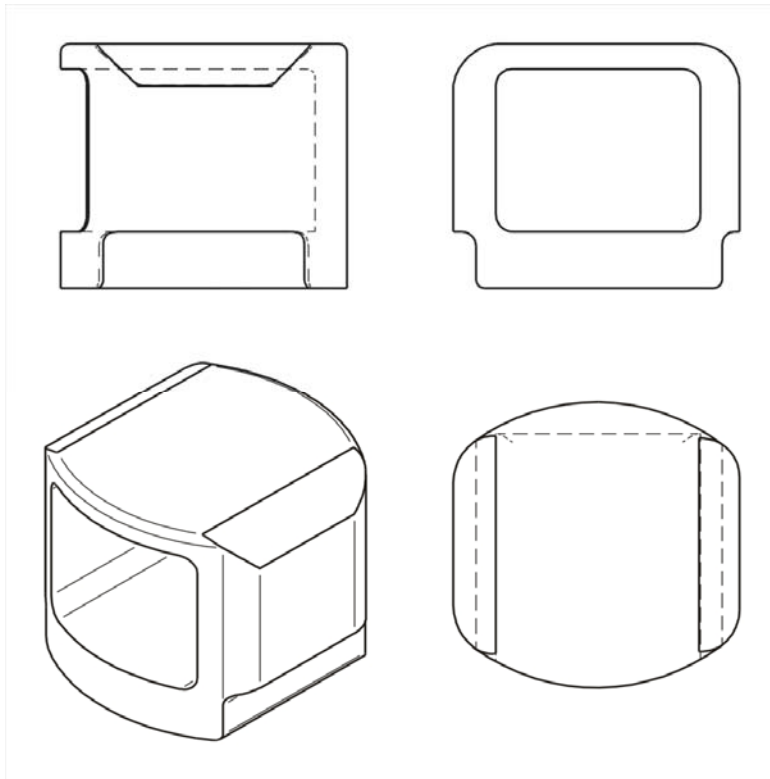
Figura 51. Bocetos carcasa exterior.



El botón de encendido situado en la parte central inferior de la puerta esto como independiente del display de información situado en la superior dando una integridad total en la frontal.

Se define su centro de gravedad y se ubica los agarres en laterales inferiores.

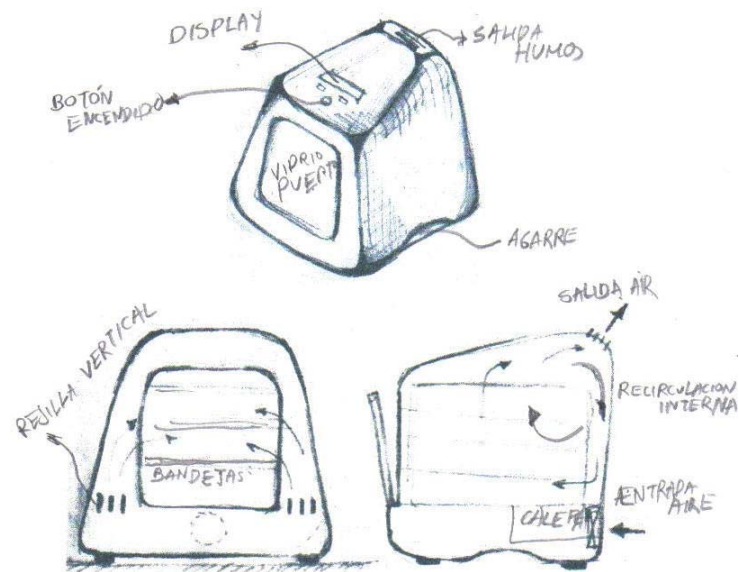
Figura 52. Modelado alternativa 1.



**6.4.2 Alternativa 2: carcasa.** En esta alternativa se pensó en el aspecto formal; para ello se analizó formalmente la estructura superior o cabeza de un hongo con pileo cónico truncado; esta forma es portadora de un significado asociado con la micología.

Figura 53. Alternativa 2 carcasa exterior.





En la estructura interna el difusor unilateral es vertical y la dirección enfocada hacia las bodegas esto lo proporciona las paredes laterales inclinadas. El escape es situado en la superior posterior aprovechando la inclinación puesta en la tapa superior que evita condensaciones internas. El encendido y los displays de información ahora puestos en la tapa superior inclinada hace que el usuario realice las operaciones de encendido y control en una sola área. Los agarres puestos en los borde laterales inferiores.

Figura 54. Dimensiones Alternativa 2.

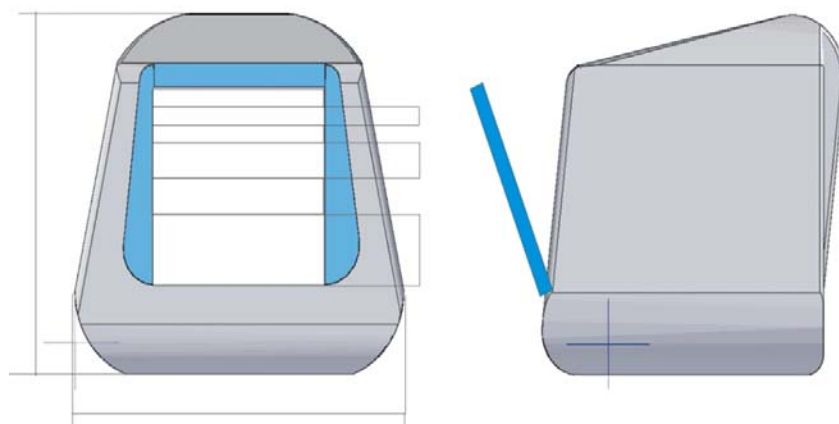
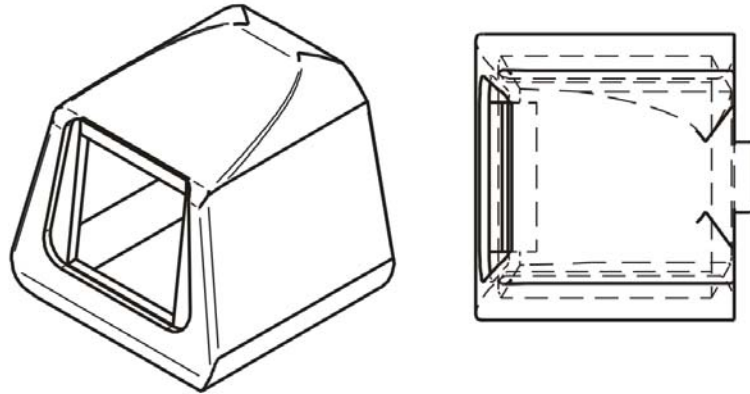


Figura 55. Modelado alternativa 2.



#### 6.4.3 Alternativa 3: carcasa.

Figura 56. Estudio formal Alternativa 3.

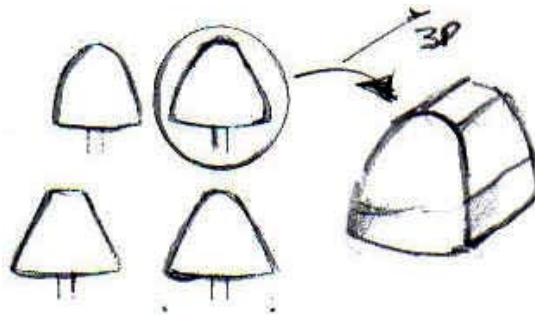
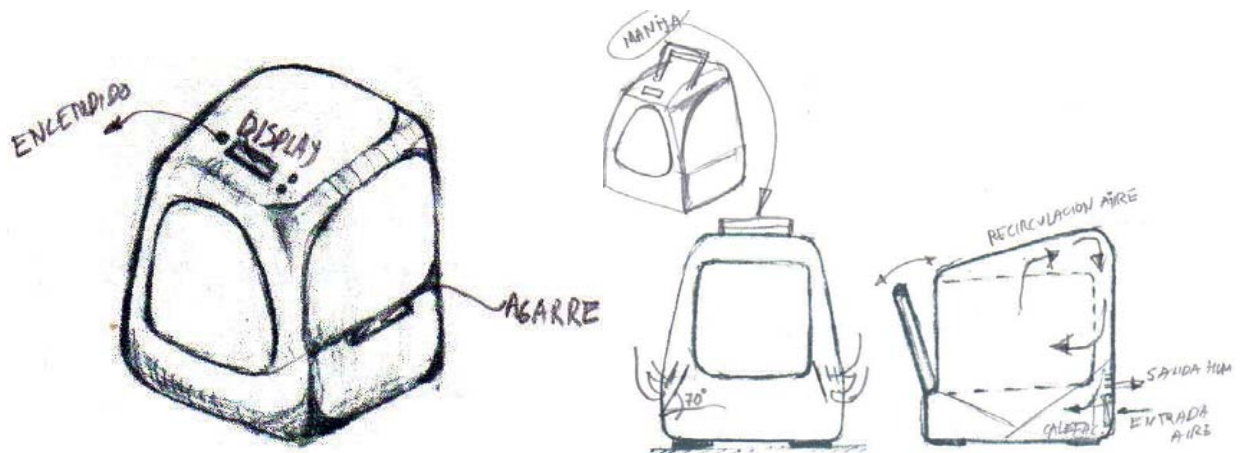


Figura 57. Bocetos Alternativa 3.



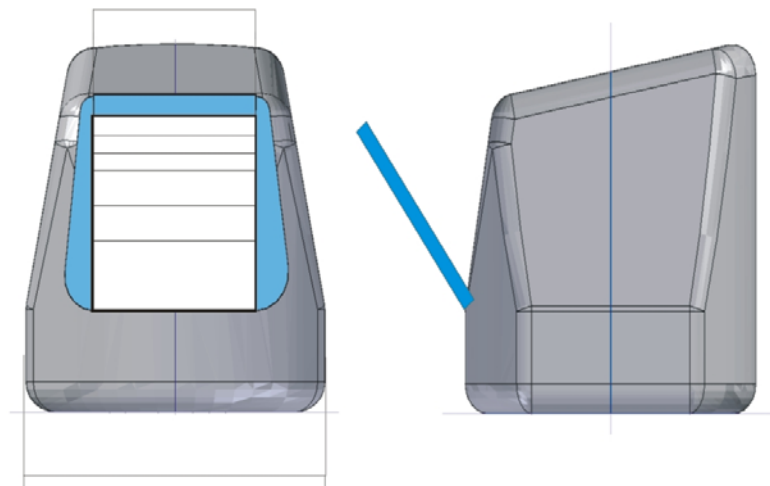
Este diseño analizó formalmente la estructura superior o cabeza de un hongo con pileo campanulado; esta forma a igual que la anterior puede generar un significado asociado a la micología.

En esta alternativa se pensó en un tratamiento formal en la puerta teniendo como referencia el hongo de pileo truncado, esto con el fin de darle mayor coherencia con los demás elementos de la carcasa.

La base de los componentes es recta y la ubicación del agarre se encuentra en el cambio de superficie a las laterales inclinadas.

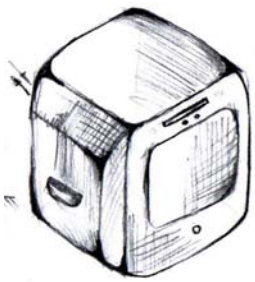
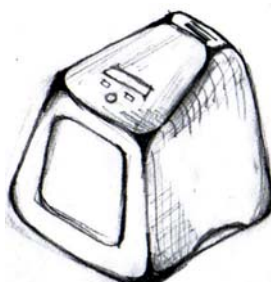
Los controles de información puestos en la tapa superior inclinada se mantiene pero esta vez el encendido se sitúa en el margen izquierdo de los display de información.

Figura 58. Dimensiones alternativa 3.



#### 6.4.4 Selección de alternativa

Tabla 25. Selección alternativas.

| Uso.          | Alternativa 1                                                                     | Alternativa 2                                                                      | Alternativa 3                                                                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|               |  |  |  |
| Practicidad   | 3                                                                                 | 4                                                                                  | 4                                                                                   |
| Seguridad     | 5                                                                                 | 5                                                                                  | 5                                                                                   |
| Mantenimiento | 2                                                                                 | 2                                                                                  | 4                                                                                   |
| Reparación    | 4                                                                                 | 4                                                                                  | 4                                                                                   |
| Manipulación  | 2                                                                                 | 3                                                                                  | 5                                                                                   |
| Antropometría | 4                                                                                 | 4                                                                                  | 4                                                                                   |
| Ergonomía     | 4                                                                                 | 3                                                                                  | 5                                                                                   |
| Percepción    | 2                                                                                 | 3                                                                                  | 4                                                                                   |
| Transporte    | 4                                                                                 | 3                                                                                  | 4                                                                                   |
| <b>Total</b>  | <b>30</b>                                                                         | <b>32</b>                                                                          | <b>39</b>                                                                           |

#### Función.

|               |           |           |           |
|---------------|-----------|-----------|-----------|
| Confiabilidad | 3         | 5         | 5         |
| Versatilidad  | 4         | 4         | 4         |
| Resistencia   | 4         | 5         | 4         |
| Acabado       | 2         | 4         | 4         |
| <b>Total</b>  | <b>13</b> | <b>18</b> | <b>17</b> |

### Estructura.

|              |           |           |           |
|--------------|-----------|-----------|-----------|
| Componentes  | 4         | 5         | 5         |
| Carcasa      | 4         | 4         | 4         |
| Unión        | 3         | 4         | 5         |
| Gravedad     | 2         | 4         | 5         |
| Estructura   | 3         | 3         | 5         |
| <b>Total</b> | <b>16</b> | <b>20</b> | <b>24</b> |

### Económicos.

|               |           |           |           |
|---------------|-----------|-----------|-----------|
| Producción    | 4         | 4         | 4         |
| Acabado       | 3         | 5         | 5         |
| Empaque       | 2         | 4         | 4         |
| Ciclo de vida | 4         | 4         | 5         |
| <b>Total</b>  | <b>13</b> | <b>17</b> | <b>18</b> |

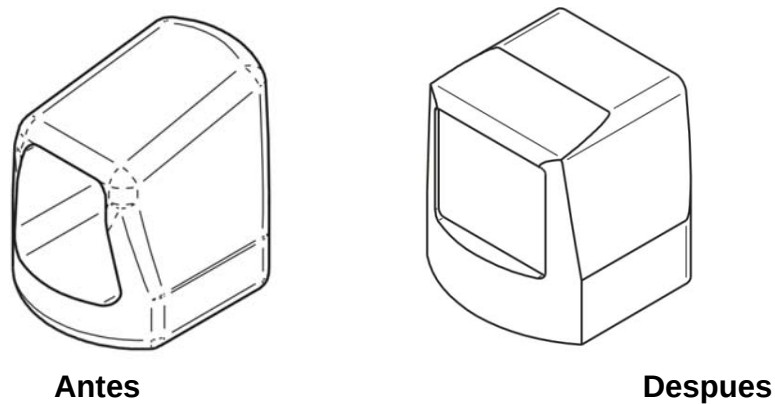
### Formales.

|                      |           |            |            |
|----------------------|-----------|------------|------------|
| Estilo               | 2         | 4          | 5          |
| Unidad               | 3         | 5          | 4          |
| Interés              | 3         | 4          | 5          |
| Equilibrio           | 3         | 5          | 4          |
| Superficie           | 4         | 4          | 4          |
| Apariencia           | 3         | 4          | 5          |
| Identificación       | 1         | 5          | 5          |
| Impresión            | 3         | 4          | 4          |
| <b>Total</b>         | <b>22</b> | <b>35</b>  | <b>36</b>  |
| <b>Total General</b> | <b>94</b> | <b>122</b> | <b>134</b> |

## 6.5 EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVA SELECCIONADA

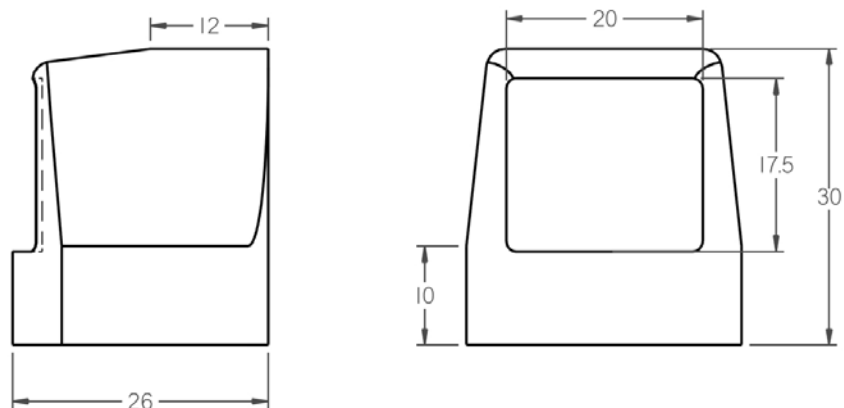
**6.5.1 Dimensionado.** Se modela esta alternativa formal carcasa exterior con las dimensiones reales proyectando coherencia de acuerdo con las proporciones y equilibrio entre las formas finales.

Figura 59. Remodelado Alternativa seleccionada.



Se realiza un corte transversal en la mitad de la cara superior hacia la posterior, similar a los cortes de los planos laterales.

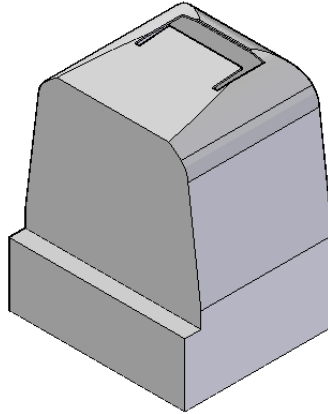
Figura 60. Dimensiones del remodelado.



**6.5.2 Modelado.** Se recrea un modelo virtual que se acerque a la realidad y partiendo de este para analizar los componentes como puerta, panel de control, tapa inferior, contenedor del sistema de calefacción ventilación y agarres.

**6.5.3 Despiece.** Con el fin de examinar los factores de producción, materiales, acabados, uniones y definir elementos adicionales a la carcasa exterior; se realizan cortes limitando las partes que la contienen.

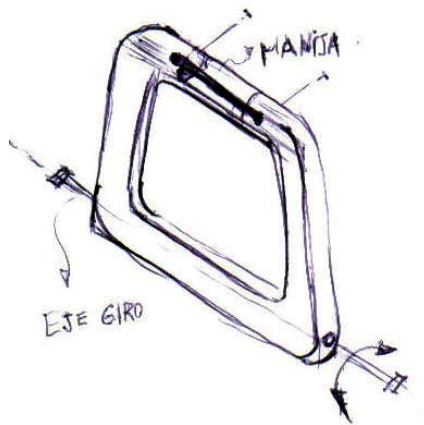
Figura 61. Propuesta manija.



Se modela la huella donde reposa la manija en la superior.

\* **Puerta.** La forma de la puerta se deriva de la formas ya estudiadas en las alternativas y obedece casi idénticamente al contorno de píleo de un macro hongo, resulta de un corte realizado a la cara frontal de la carcasa externa. En los componentes de la puerta se diseña una manija totalmente delgada para que aliviane la pesadez y volumen de la puerta.

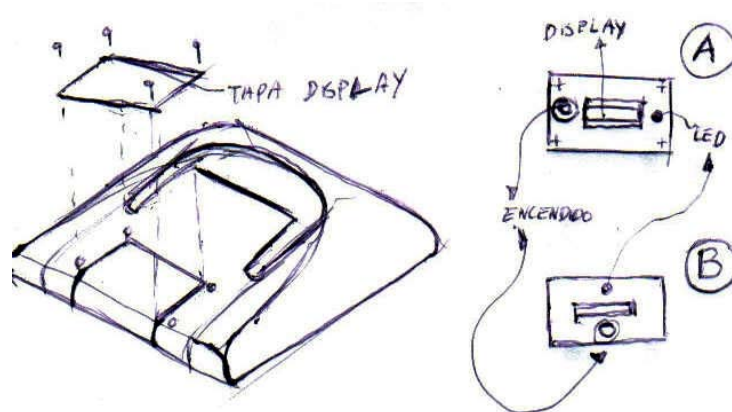
Figura 62. Puerta.



\* **Tapa superior.** En esta se situa la manija de cargue y la interface con el usuario donde se pretende leer los display como:

- a. Pantalla de cristal líquido indica: nombre del aparato, tiempos y temperaturas logradas.
- b. Pito señales auditivas: Encendido cambios de fase en temperatura, sobrecalentamientos, caída de energía (pito intermitente).
- c. Led: arranque (naranja), 40 a 55 °c (verde), sobrecalentamientos y baja energía (rojo).

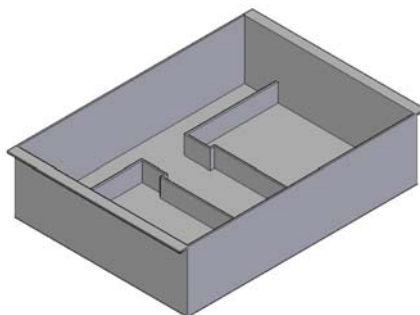
Figura 63. Modelado cara superior.



#### 6.5.4 Elementos adicionales a la carcasa exterior.

\* **Contenedor de baterías.** Después de definir la fuente de alimentación y sus medidas se ubican en la parte inferior hallando el centro de gravedad. Se propone el siguiente modelo:

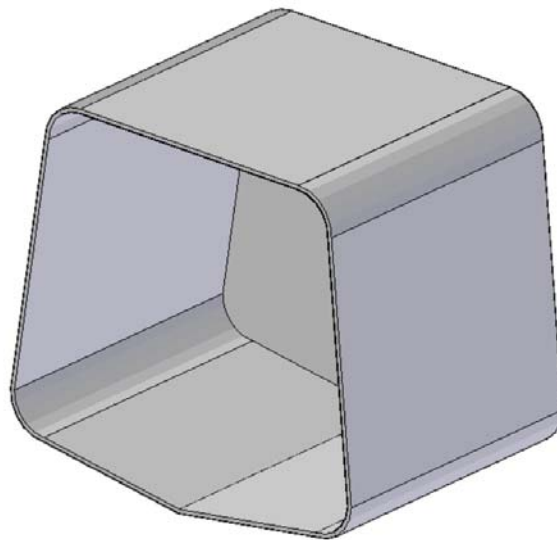
Figura 64. Modelado contenedor de baterías.



\* **Carcasa interna.** Se diseñó esta teniendo en cuenta las dimensiones y formas de la carcasa externa; también soporta el sistema calefactor y las bandejas.

Se define el material en acero inoxidable por su limpieza y propiedad de contener el calor y así obtener un ahorro en energía.

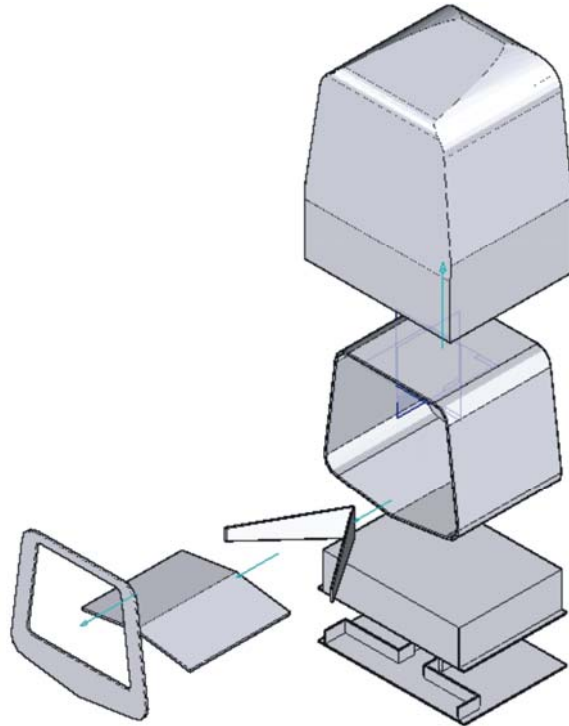
Figura 65. Diseño de contenedor de bandejas.



**6.5.5 Ensamble entre carcasas.** De acuerdo a los diseños sugeridos anteriormente se recrea la adición de los componentes para examinar los elementos de unión que se requieren.

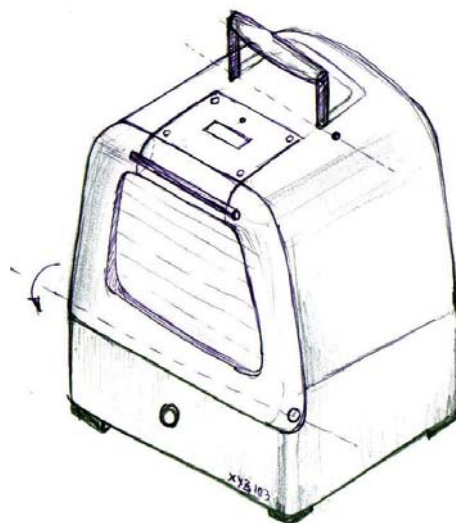
También se analiza el montaje y desmontaje de los demás elementos asociados con la función tal como el sistema calefactor y eléctrico para tener la seguridad de hacer mantenimientos y reparaciones de componentes.

Figura 66. Ensamble de componentes internos.



Se cambia la posición del botón de encendido y se ubica en cara frontal en la parte baja, el led se define seguido de la pantalla de cristal líquido hacia el centro.

Figura 67. Propuesta modelo externo.

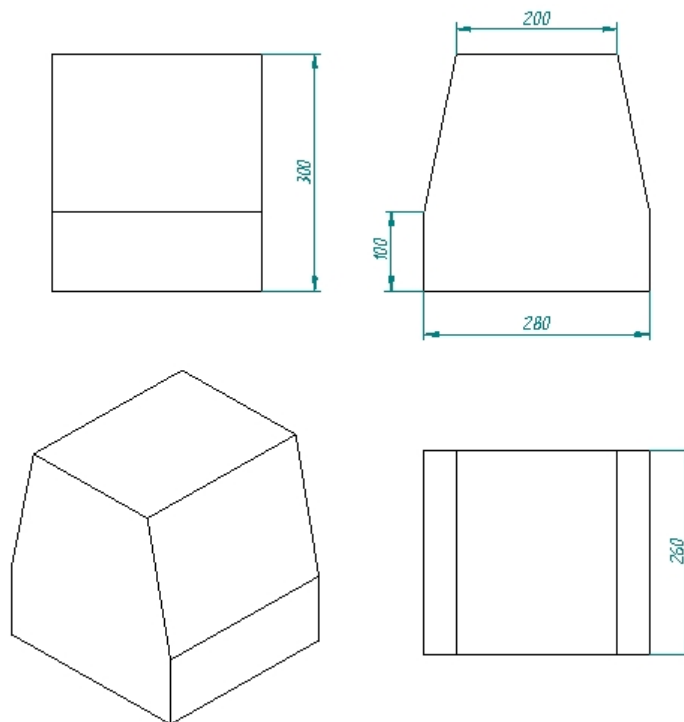


## 6.6 MODELO DE PRUEBA

Para comprobar si el sistema es efectivo se hace un modelo funcional integrando los elementos vitales del proyecto tales como:

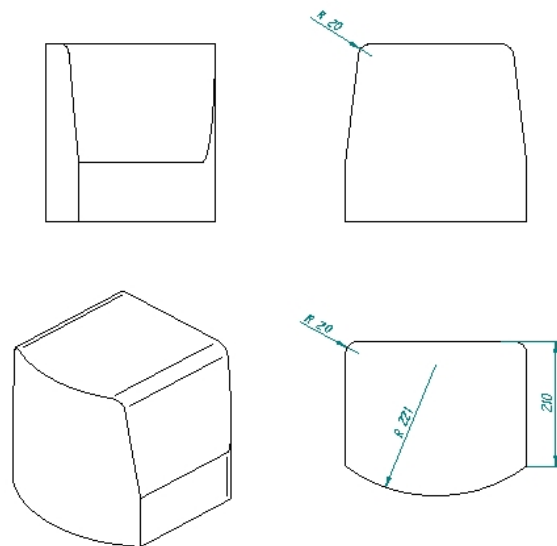
**6.6.1 Carcasa o cuerpo del horno.** Se modeló en poliuretano ya que este material presenta excelentes propiedades de aislamiento térmico. Su obtención parte de dos sustancias que se mezclan en iguales proporciones y de una forma rápida; desde allí se inicia una reacción química que al término del proceso forma una espuma rígida que llena el molde o cuerpo hueco en el que se ha vertido. El alto porcentaje de celda cerrada que presenta la espuma de PU ya polimerizada garantiza un excelente aislamiento. El proceso de polimerización tarda entre 3 y 4 minutos lo que los hace de muy rápida obtención al final de este plazo ya puede desmoldarse si es el caso.

Figura 68. Modelado en poliuretano, paso1.



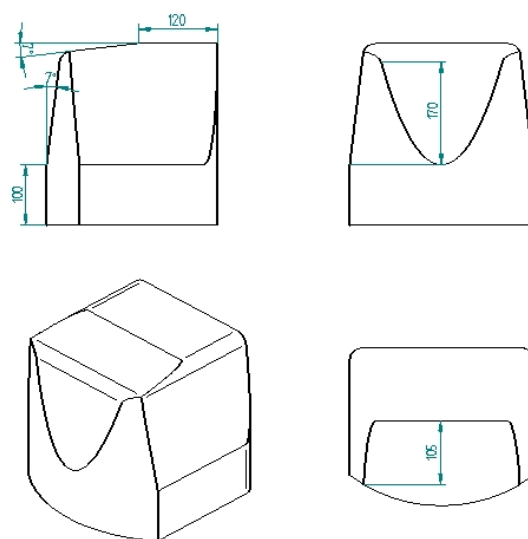
Se construyó la forma geométrica básica con paredes de 2 cm y el volumen y dimensiones reales

Figura 69. Modelado en poliuretano, paso 2.



Por medio de herramientas tales como lijas y bisturí se arrancó material modelando las curvas y angulos sugeridos.

Figura 70. Modelado en poliuretano paso 3.



Se cubre su capa exterior con masilla blanca para proteger y dar una apariencia a la que se busca con el diseño sugerido.

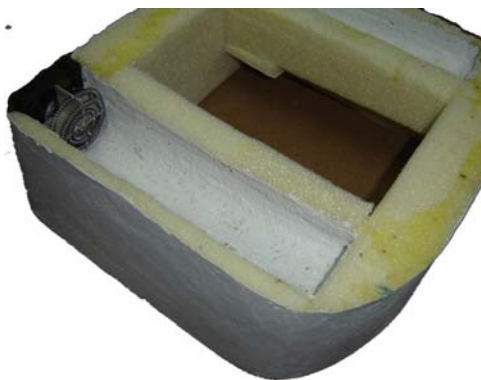
Figura 71. Modelo prueba.



Se efectuaron los cortes pertinentes para ubicar los componentes que le dan la función al horno deshidratador.

Se hizo una prueba con dos sistemas de calefacción para analizar posibles reformas en la inducción de calor, entonces se ubicaron a lado y lado del corte inferior con canales de conducción.

Figura 72. Adecuación interna.



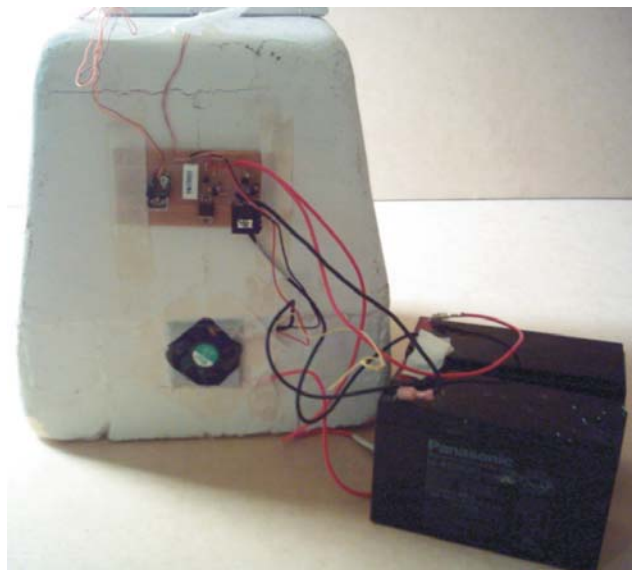
Las temperaturas eran muy elevadas superaban los 60 grados centígrados y requerían un mayor consumo de energía.

Figura 73. Modelo salida de aire.



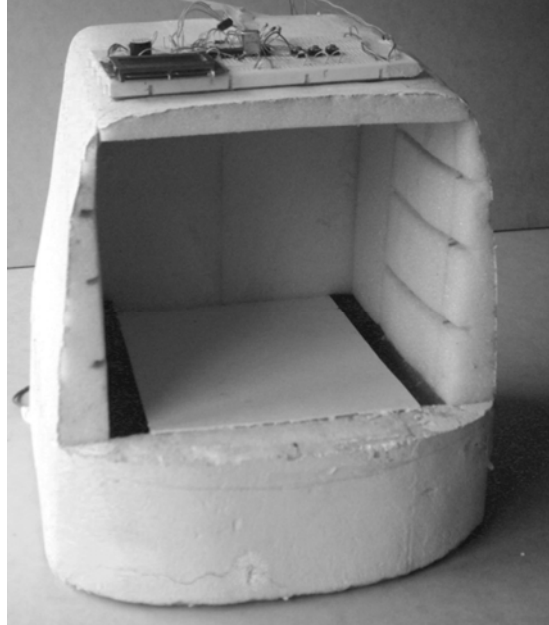
Se optó por experimentar con una sola calefacción, en este caso se ha trabajado con las resistencias escogidas en pruebas anteriores el cual alcanzó la temperatura sugerida.

Figura 74. Adecuación de componentes del sistema.



Se hizo una demostración y presentación de este modelo funcional ante el director del proyecto y una exposición de los avances llevados hasta el momento ante los alumnos y profesor de diseño 6 segundo periodo 2005 en la escuela de Diseño Industrial de la UIS.

Figura 75. Puesta en marcha del Modelo Funcional.



Al modelo se le adicionó las tarjetas de control y protoboard en proceso de experimentación. Con un microcontrolador que es el que se programa con todas las órdenes del sistema; maneja las funciones del led, recibe las señales del sensor de temperatura y transforma estas señales para controlar la resistencia eléctrica, muestra los croles realizados atravez de la pantalla de cristal. El sistema fue eficiente en su autocontrol y el modelo respondió a las temperaturas sugeridas.

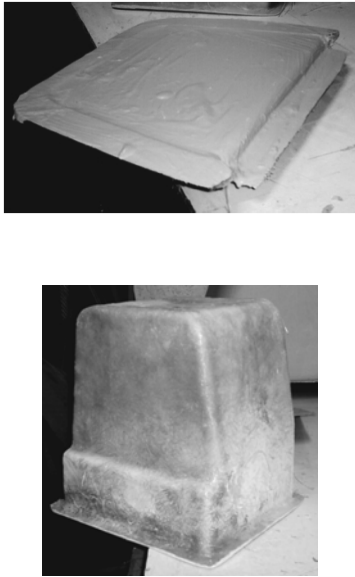
## 7. PRODUCTO

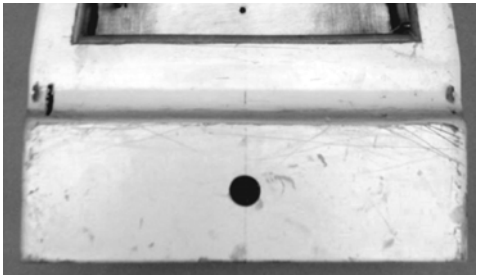
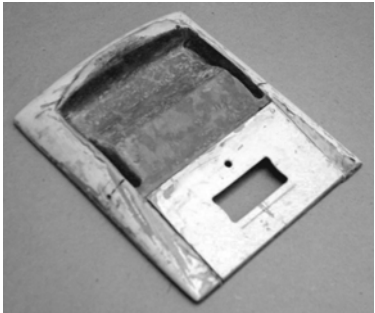
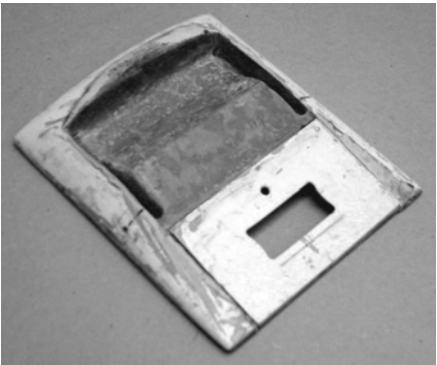
### 7.1 PROCESOS DE PRODUCCIÓN

#### 7.1.1 Estructura

Tabla 26. Procesos estructura externa.

| PIEZA  | PROCESO                                                                                                                                                                                                                                          | FIGURA                                                                               |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Modelo | De acuerdo con las dimensiones definidas, los planos desarrollados y el modelo hecho virtualmente se procedió a realizar el modelo en mdf y poliuretano para obtener un modelo fiel con excelentes acabados para hacer las copias de los moldes. |  |
| Moldes | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Se recubrieron los modelos con alcohol polivínico como antiadherente.</li><li>2. Con la resina ya catalizada y pura se adicionan 2 capas superficiales para calcar la superficie del modelo.</li></ol>  |  |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                      |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Moldes           | <p>3. se adiciona la fibra de vidrio en la capa exterior esta aún húmeda.</p> <p>4. La fibra de vidrio se recubre con otra capa de resina pura.</p> <p>5. Este proceso se repite 2 veces para lograr un molde resistente para el siguiente proceso. aproximado Moldeado</p> <p>6. Se desmolda realizando una pequeña abertura en la superior donde se le inyecta aire a presión por medio de un compresor.</p> |    |
| Carcasa en bruto | <p>El proceso es el mismo que el anterior lo único que cambia es que la aplicación de la resina es interna y se adiciona una capa mas de fibra de vidrio para alcanzar un espesor de 4mm.</p>                                                                                                                                                                                                                  |  |

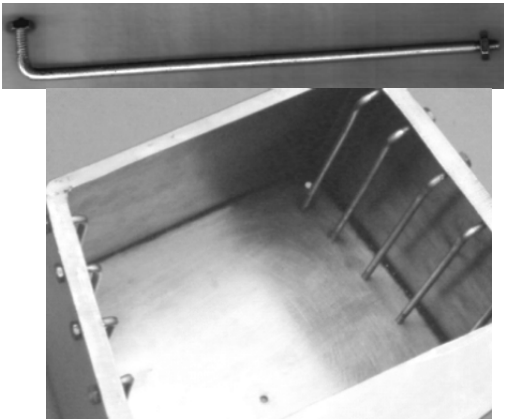
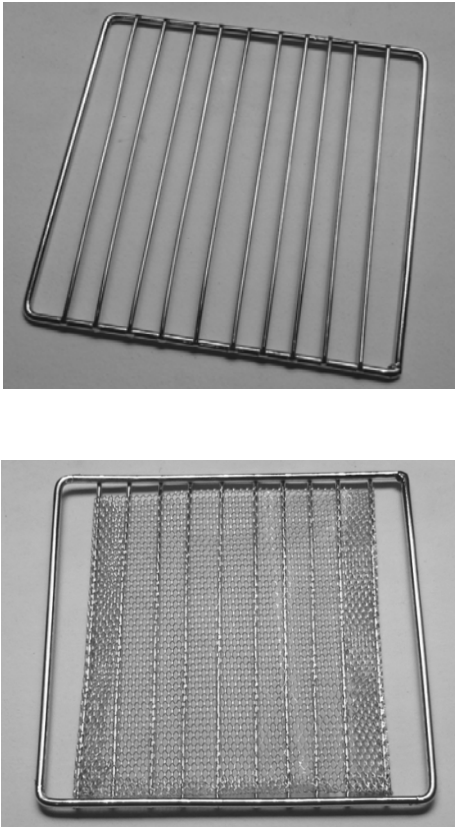
|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Carcasa<br/>maquinada</p> | <p>1. Ahuecados:<br/>led.<br/>Manija puerta.<br/>Tonillos para anclar el<br/>contenedor,<br/>Pibote puerta ,<br/>mecanismo puerta,<br/>Boton Encendido<br/>conector de energía.</p> <p>2. Cortes<br/>pantalla cristal líquido,<br/>puerta vidrio,<br/>acceso de bandejas,<br/>manija superior,<br/>ventilación posterior.</p> |     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

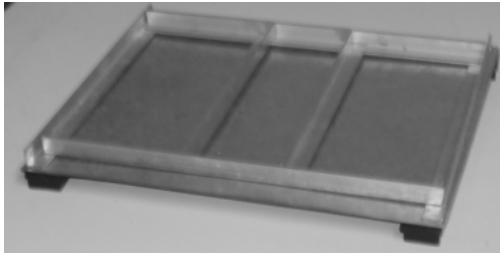
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Carcasa acabado | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sellado de daños en el maquinado.</li> <li>2. Pulido de rebabas y uniones visibles tales como marco de la puerta y adición de la carcasa superior.</li> <li>3. Fondeado con pintura de aceite y acabado final con duretan.</li> </ol> |  |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

### 7.1.2 Estructura interna

Tabla 27. Procesos estructura interna.

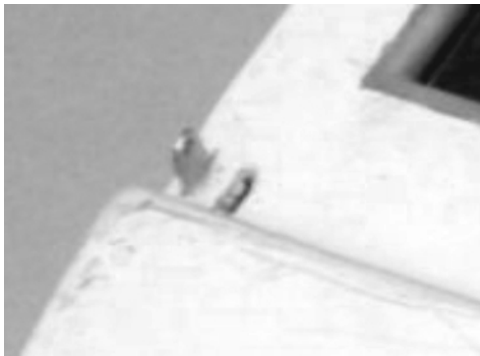
| PIEZA      | PROCESO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | FIGURA                                                                               |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Contenedor | <p>Teniendo en cuenta el diseño ya definido se entrega los planos técnicos al metalmecánico y hace los respectivos procesos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cálculo de área total.</li> <li>2. Desarrollo y corte en la lámina de acero inoxidable.</li> <li>3. Dobléz de aristas.</li> <li>4. Unión por medio de soldadura de arco eléctrico de las caras de las figuras.</li> <li>5. Pulido de los cordones de los puntos de soldadura y limpieza de cascarillas .</li> </ol> |  |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Soportes<br/>bandejas<br/>(10 unidades)</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se cortan a 19 cm las 10 barillas de 0.5cm diámetro en aluminio.</li> <li>2. Se realiza el roscado torneado a 1.5cm de ls extremos.</li> <li>3. Se dobla a 90 grados y a 2 cm del extremo.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                               |   |
| <p>Bandejas<br/>(5 unidades)</p>               | <p>De acuerdo con los planos técnicos se realiza las siguientes operaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se calcula la periferia de cada una de ellas y se hacen los cortes .</li> <li>2. Se doblan las esquinas a 90 grados formando un cuadrado.</li> <li>3. Se solda esta estructura en el vertice y se pulen</li> <li>4. Para la base de todas se cortan peldaños a 17 cm y se soldan al marco.</li> <li>5. Se niquelan.</li> <li>6. Se cubre la base con malla en aluminio.</li> </ol> |  |

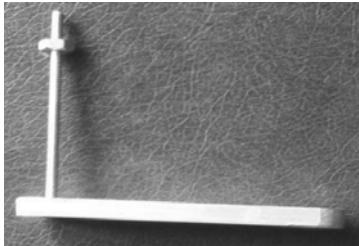
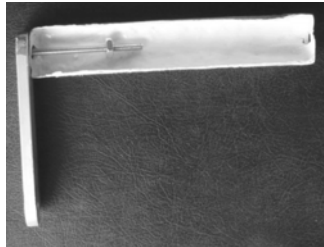
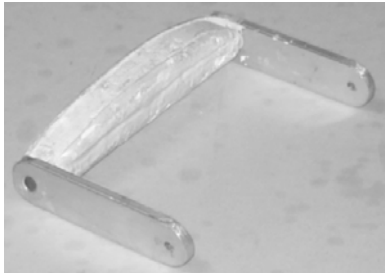
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Tapa inferior    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se toma como medida la área de la base de la carcasa exterior.</li> <li>2. Se escoge el material y se realiza su corte.</li> <li>3. Se mide su periferia y se adiciona el empaque de caucho.</li> <li>4. Se perforan la esquinas donde soportara las bases y guías de las baterías.</li> </ol> |  |
| Aislante térmico | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se mide el interior de la carcasa externa .</li> <li>2. se realizan los cortes respecticvos en la tela de vidrio.</li> <li>3. Se hacen los pegues correspondientes con la cara aislada de la tela a la pared interna de la carcasa.</li> </ol>                                                 |                                                                                    |

### 7.1.3 Mecanismos

Tabla 28. Proceso desarrollo de mecanismos.

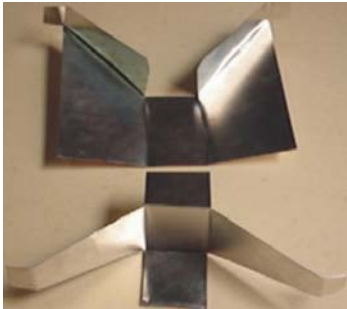
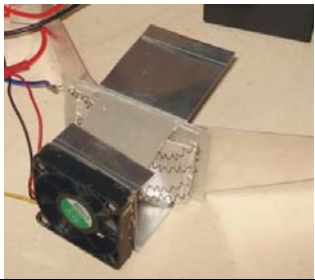
| PIEZA           | PROCESO                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | FIGURA                                                                               |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Sujeción puerta | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se hacen las barras de sujeción en acero de acuerdo a los planos técnicos.</li> <li>2. Se funden las barras en los extremos de pivote entre carcasa y puerta</li> <li>3. En la parte interna del la puerta se fijan las roscas donde se centran los ejes.</li> </ol> |  |

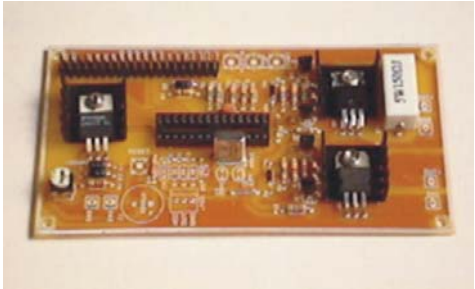
|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                           |
| Mecanismo<br>Cierre puerta | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se hace el montaje de las barras articuladas al resorte y este a la corredera.</li> <li>2. la barra en L se articula a la puerta en el eje ya montado.</li> <li>3. La placa de la corredera se atornilla a la carcasa, manteniendo las distancias fijadas en el diseño de este.</li> </ol> |                                                                                           |
| Manija puerta              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perfil tubular en aluminio de 0.8cm</li> <li>2. Se corta a la medida fijada en los planos.</li> <li>3. Se perforan los extremos de sujeción y se incluyen las roscas.</li> <li>4. Se pulen los extremos y se taponan.</li> </ol>                                                           | <br> |
| Vidrio puerta              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En este caso sirve un vidrio de 4 líneas sin necesidad de ser templado.</li> <li>2. se calca sobre la superficie con un molde de cartón con los contornos y dimensiones reales.</li> <li>4. se efectuan los</li> </ol>                                                                     |                                                                                                                                                                              |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | <p>respectivos cortes y acabados de este.</p> <p>5. Se fija al marco interno de la puerta con silicona para ventanas.</p> <p>6. Se cubre con un adhesivo de vinilo para su protección.</p>                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Manija superior. | <p>1. Para la estructura de la manija se recurre a una platina de aluminio calibre.5</p> <p>2. Se hacen los cortes y perforaciones según planos.</p> <p>3. Para el Mango se hace un modelado previo en poliuretano y este es copiado en yeso para luego ser fundido en resina y fibra de vidrio.</p> <p>4. la unión entre ellos se realiza por un eje enroscado de 1/8 a lado y lado del mango.</p> |     |

#### 7.1.4 Sistema calefactor.

Tabla 29. Desarrollo del sistema calefactor.

| PIEZA                     | PROCESO                                                                                                            | FIGURA                                                                                |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Carcasa calefacción       | En lámina de aluminio se hace el desarrollo de las aletas y se fijan los dobleces y uniones de las caras.          |    |
| Aletas de conducción      | De acuerdo a los planos se realiza el desarrollo por separado analizando que sea el acople sea seguro .            |   |
| Calefacción               | Se fijan los componentes a las aletas de conducción.                                                               |  |
| Adecuamiento calefacción. | Se hace una vez esten instalados los componentes y se fija primero el calefactor y luego las aletas de conducción. |  |

|                      |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                            |
| Tarjeta controladora | Una vez diseñado el plano eléctrico, se hacen los negativos para hacer la impresión en placa de montaje de los componentes.                                                                                                      |                                                                                            |
| Montaje interno      | <p>Hecho el montaje eléctrico y su prueba de funcionamiento, Se adecuan los componentes tales como el botón de encendido, el terminal de alimentación energía, cableado interno, buser y</p> <p>pantalla de cristal líquido.</p> | <br> |

## 7.2 FUNCIONAMIENTO

Tabla 30. Proceso de ensamble.

| PIEZA            | PROCESO                                                                                                                                       |                                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Manija superior  | <p>1. Hecho el acabado de la manija se procede a su instalación con el eje roscado de 1/8</p> <p>2. Se prueba su resistencia y equilibrio</p> |   |
| Tapa display     | Esta se hace por medio de dos tornillos 1/32, una vez montado el led, buser y pantalla.                                                       |                                                                                       |
| Aislante térmico | Se fija con los tornillos que anclan el contenedor de bandejas.                                                                               |                                                                                       |
| Baterías         | Se hace la conexión a los terminales y se fijan en la tapa inferior.                                                                          |   |
| Puerta           | <p>1. Se situa en los soportes de la carcasa exterior y se enroscan los ejes de 1/8.</p> <p>2. Se prueba que haya quedado ajustada.</p>       |  |

|                                   |                                                                                               |                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bandejas                          | Se ubican por tamaños en los peldaños correspondientes.                                       |                                                                                          |
| Acople conexión al transformador. | Se eligió uno no muy convencional con el fin de evitar conecciones con otros no recomendados. | <br> |

### 7.3 RENDIMIENTO

Una vez realizado el montaje de todos los componentes se hicieron pruebas para observar el comportamiento y hacer si es posible algunas mejoras.

Tabla 31. Funcionamiento.

| ACCIÓN                       | PROCESO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | FIGURA                                                                               |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Encendido del sistema        | Se pulsa el botón de accionamiento ó apagado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
| Mensajes de los display      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Después de abierto el sistema el buser emitió el sonido programado avisando que el sistema ya está en marcha.</li> <li>2. Al mismo tiempo la pantalla de cristal dio la bienvenida al sistema leyendose el nombre del aparato: "fungi dehydrator"</li> <li>3. El led no se prendió, pues esta información no está programada en el encendido.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
| Arranque sistema calefactor. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Después del encendido del sistema la resistencia recibe la energía y empieza a calentar, simultáneamente el ventilador funciona y empieza a distribuir el calor al interior del horno.</li> <li>2. En la pantalla se puede leer el tiempo de ensendido y que temperatura está alcanzando.</li> <li>3. El led brilla en amarillo: puesta en marcha.</li> <li>4. Al comenzar ya calentar el interior del horno se comenzó a ver los resultados, entre ellos la subida de temperatura a 40°C grados C, junto a ello el cambio de color en el led a verde, se mantuvo hasta que subió a 55°C y cambio a rojo y luego se apaga el sistema hasta que cae a 40 y arranca otra vez y así y así opera autónomamente.</li> </ol> |  |

Tabla 32. Consumo.

| Elementos               | Consumo                                |
|-------------------------|----------------------------------------|
| Resistencia             | 24 v 2,3 amp cte                       |
| Ventilador              | 12v 0.12 amp                           |
| Display<br>Buser<br>led | 1.5v                                   |
| Baterías                | En serie 24v trabajan a 7amp/ 20 horas |

En conclusión y teniendo en cuenta que el sistema es intermitente, cuando cae desde los 55°C a los 40°C no está consumiendo energía, se pudo contemplar los siguientes resultados:

Tabla 33. Resultados eficiencia.

| Intervalos | Tiempo consumo a subir 55°C | Tiempo consumo bajar a 40°C |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1          | 1,5 min                     | 31 sg                       |
| 2          | 1,45 min                    | 35 sg                       |
| 3          | 1,2 min                     | 42sg                        |
| 4          | 58 sg                       | 50sg                        |

## 8. MERCADEO

### 8.1 MARCA LOGO

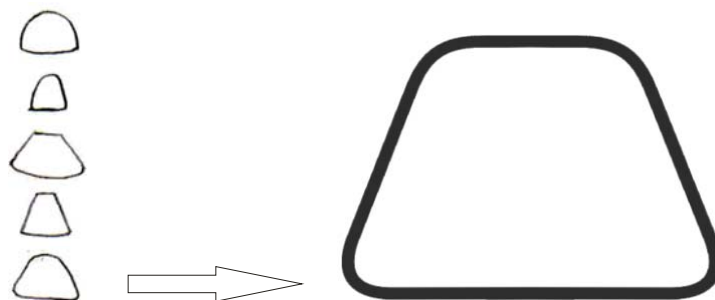
Para lograr la diferenciación del equipo, se proyecta generar un nombre y un logotipo símbolo que reúnan los conceptos expuestos en el desarrollo del proyecto. Se busca una alternativa que una el nombre y el logotipo símbolo de tal forma que se conviertan en un elemento de fácil lectura y alta recordación.

**8.1.1 Nombre.** Partiendo de la denominación del producto: “Horno deshidratador portátil” y su utilidad preservar hongos, se extraen las palabras claves: Deshidratador y Hongos.

Entonces la denominación del producto en una forma más sencilla o popular es: “Deshidratador de hongos”. Para dar un carácter más universal se opta por traducirlo al idioma inglés: “Fungi Dehydrator”

**8.1.2 Logotipo símbolo.** Se recurre a las formas estudiadas del píleo de los macro hongos y se abstrae geométricamente una figura que sea coherente con la figura del horno.

Figura 76. Estudio de símbolo



Para el tipo de letra se escogieron unas fuentes ya existentes y se trabajó formalmente “handelgot” para lograr un tipo de letra con la coherencia exigida.

A. Emboss

FUNGI

B. Blippo

**FUNGI**

C. Bank Gothic

FUNGI

D. Bedrok

FUNGI

E. Handelgot

**FUNGI**

Se creó este tipo muy similar al handelgot con cambios en la “N” como el blippo y una redondez en la barriga de la “G”

**FUNGI**

La imagen algo fresca basada en la forma del píleo del macro hongo integrando el texto el la base.

Figura 77. Logotipo.



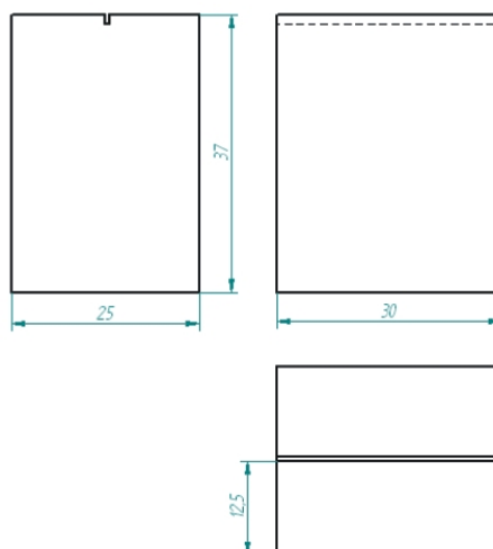
## 8.2 EMPAQUE EMBALAJE

Para esto se tiene en cuenta que el producto contiene elementos de especial cuidado tal como: pantalla de cristal líquido, el led, el vidrio de la puerta y los acabados superficiales. El aparato se protegerá con un empaque en polietileno totalmente sellado para evitar problemas de humedad y garantizar que el producto llega directamente del fabricante a su vez está contenido dentro de una caja completamente rectangular en cartón prensado con protección en las esquinas en icopor, en su exterior lleva impreso la imagen del producto junto a sus componentes o qué elementos son suministrados por el fabricante.

Figura 78. Embalaje.



Figura 79. Dimenciones caja.



### 8.3 MANUAL CATÁLOGO

Figura 80. Catálogo.

|                                                                                                             |                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                             |                                                                                                               |
| <p>FUNGI DEHIDRATOR</p>  | <p>HORNO DESHIDRATADOR<br/>PORTÁTIL</p>                                                                       |
| <p>Horno Deshidratador Portátil-Fabricado en Bucaramanga-Colombia 20 0 6</p>                                | <p>FUNGI DEHIDRATOR</p>  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ESPECIFICACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | PRECAUCIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>USO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Retire la tapa inferior y coloque las baterías en serie y los conectores en su respectiva polaridad: rojo (+) negro(-).</li> <li>-Cargue las bandejas con las muestras antes del encendido del aparato.</li> <li>-Retire las muestras con el sistema apagado.</li> </ul> <p>ALIMENTACIÓN :</p> <p>Batería hermética plomo-ácido<br/> 12v 7.2 amp/20 hs<br/> (2 unidades) No suministradas,<br/> ó TRANSFORMADOR 12v-12v<br/> 5A 60 W . Suministrado</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Evite la exposición a temperaturas elevadas.</li> <li>No limpiar con disolventes.</li> <li>-Evitar altos impactos, choque ó caídas.</li> <li>-Dar uso del producto solo para tratar térmicamente macro hongos.</li> <li>-Comprobar que las baterías estén en equilibrio de carga.</li> <li>-Retirar baterías deterioradas</li> <li>-Hacer una constante limpieza en el contenedor y bandejas.</li> </ul> |

## 9. PRESUPUESTO

Aquí se consigna el presupuesto total del proyecto, tambien incluye los gastos generados en la investigación y desarrollo del prototipo

### 9.1 FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO

#### 9.1.1 Componentes eléctricos.

Tabla 34. Presupuesto Componentes eléctricos.

| DESCRIPCION                     | CANTIDAD | VALOR UNIDAD | VALOR TOTAL |
|---------------------------------|----------|--------------|-------------|
| Transformador 12v-12v 5A 60W    | 1        | 32000        | 32000       |
| Puente de 10 amp 1000 vol       | 1        | 4000         | 4000        |
| Terminal protector azul mh      | 2        | 130          | 260         |
| Extensión ensamblar polo AT     | 1        | 2400         | 2400        |
| Transistor mosfet               | 2        | 2150         | 4350        |
| Pulsador mini 2 pin de horintal | 3        | 260          | 800         |
| Conector impreso 40 pines       | 1        | 350          | 350         |
| Zener121v ½ w                   | 2        | 500          | 1000        |
| Pic micro                       | 1        | 20000        | 20000       |
| Reg temp                        | 1        | 4200         | 4200        |
| Disipador                       | 3        | 300          | 900         |
| Led 3color                      | 1        | 500          | 500         |
| Cable ribbon                    | 1m       | 4000         | 4000        |
| Ventilador 12v                  | 1        | 1500         | 1500        |
| Pantalla cristal líquido        | 1        | 20000        | 2000        |
| Batería 12v 7.2 amp/hora        | 2        | 45000        | 90000       |
| Conector energía                | 1        | 5000         | 5000        |
| Pulsador                        | 1        | 4000         | 4000        |
| Total                           |          | \$178000     |             |

### 9.1.2 Tarjetas

Tabla 35. Presupuesto tarjetas

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| Diseño              | 40000            |
| Impresión           | 20000            |
| Montaje componentes | 50000            |
| <b>Total</b>        | <b>\$ 110000</b> |

### 9.1.3 Estructura Externa del horno

Tabla 36. Presupuesto Estructura externa.

| PIEZA                | MATERIAL                                                                               | HERRAMIENTAS                                              | PROCESO                                          | PRECIO                |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
| Modelo               | MDF 1,5 m <sup>2</sup>                                                                 | Caladora<br>Pegante<br>Clavos<br>Lijas<br>Sellador madera | Corte desarrollo<br>Armado<br>Acabados           | 40000<br>20000        |
| Moldes               | Fibra de vidrio<br>Resina poliéster<br>Gealcoat<br>Catalizador<br>Alcohol polivinílico | Secador eléctrico<br>manual<br>Brochas<br>compresor       | Moldeado por<br>adición superficial<br>al modelo | 100000                |
| Carcasa en bruto     | Fibra de vidrio<br>Resina poliéster<br>Gealcoat<br>Catalizador<br>Alcohol polivinílico | Secador eléctrico<br>manual<br>Brochas<br>compresor       | Fundido<br>Impregnación<br>interna al molde      | 100000                |
| Carcasa<br>maquinada | Fibra de vidrio                                                                        | Taladro<br>Brocas<br>lijas                                | ahuecados<br>Cortes<br>perfilado                 | 2000<br>10000<br>5000 |
| Carcasa acabado      | Masilla<br>Duretan                                                                     | Espátula<br>lijadora<br>Compresor<br>soplete              | Sellado<br>Pulido<br>pintado                     | 50000                 |
| <b>Total</b>         |                                                                                        |                                                           |                                                  | <b>\$ 327000</b>      |

#### 9.1.4 Estructura interna del horno.

Tabla 37. Presupuesto Estructura interna.

| PIEZA                 | MATERIAL                                  | HERRAMIENTAS                                                           | PROCESO                                                              | PRECIO           |
|-----------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|
| Contenedor            | Acero inoxidable<br>1m <sup>2</sup>       | Sisalla ,<br>Equipo de<br>soldadura,<br>Pulidora de disco,<br>Taladro. | Corte del                                                            | 70000            |
|                       |                                           |                                                                        | desarrollo,<br>doblado<br>Unión Soldadura<br>Ahuecados y<br>acabados | 20000            |
| Portabandejas<br>x 10 | Aluminio                                  | Sisalla,<br>torno                                                      | Corte<br>roscado                                                     | 15000            |
| Bandeja x 5           | Acero                                     | Sisalla<br>Equipo soldaura                                             | Corte<br>doblado                                                     | 25000            |
|                       |                                           |                                                                        | Unión soldadura<br>Niquelado                                         | 20000            |
| Tapa inferior         | Aluminio<br>Acero                         | Sisalla<br>Taladro<br>Remache.                                         | Corte<br>Ahuecado<br>unión                                           | 10000            |
| Aislante térmico      | Tela de vidrio<br>1/2m <sup>2</sup> wrapp | Tijeras<br>pegante                                                     | Corte<br>pegue                                                       | 10000            |
| <b>Total.</b>         |                                           |                                                                        |                                                                      | <b>\$ 170000</b> |

#### 9.2 PRECIO UNIDAD

Teniendo en cuenta que es un prototipo inicia, algunos procesos se pueden replantear de acuerdo a los resultados que se van obteniendo, no obstante se hace un ajuste para obtener un equipo a un precio moderado.

Tabla 38. Precio Unidad

| DESCRIPCIÓN                                                                                                                          | VALOR EN PROYECTO | VALOR Ajuste Moderado |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <b>Componentes eléctricos:</b><br>Las baterías no son suministradas dentro del producto.                                             | 178000            | 88000                 |
| <b>Tarjeta de montaje:</b> ya se cuenta con el diseño y planos solo se paga la impresión y el montaje ya se ha fijado                | 110000            | 30000                 |
| <b>Estructura Externa:</b> se puede hacer reducción de 3mm en la carcasa y trabajar con 2 moldes ya realizados solo fundida acabados | 327000            | 70000                 |
| <b>Estructura Interna:</b> El calibre de acero se puede reducir a la mitad ó se puede reemplazar por aluminio plegado y remachado.   | 170000            | 80000                 |
| <b>Ensamble</b>                                                                                                                      |                   | 20000                 |
| <b>Embale</b>                                                                                                                        |                   | 10000                 |
| TOTAL PRODUCCIÓN UNIDAD                                                                                                              | \$ 298000         |                       |
| PRODUCCIÓN DE 5 UNIDADES                                                                                                             | \$1'250.000       |                       |
| GANANCIA UNIDAD                                                                                                                      | \$ 200.000        |                       |
| PRECIO DE VENTA UNIDAD SUGERIDO EN EL MERCADO                                                                                        | \$ 450.000        |                       |

### 9.3 COSTO TOTAL PROYECTO

Tabla 39. Costo proyecto.

| DESCRIPCIÓN            | VALOR              |
|------------------------|--------------------|
| Componentes eléctricos | 178000             |
| Tarjeta de montaje     | 110000             |
| Estructura Externa     | 327000             |
| Estructura Interna     | 170000             |
| Asesorías              | 100000             |
| Papelería              | 80000              |
| Investigación          | 100000             |
| <b>TOTAL</b>           | <b>\$1'165.000</b> |

## CONCLUSIONES

- \* Se pudo diseñar un sistema que satisface las exigencias térmicas para la preservación de muestras fungi, esto se pudo comprobar con el modelo funcional en poliuretano aunque no reunía los requerimientos de adecuación y eficiencia energética.
- \* Con el prototipo final se encontraron buenos resultados sobretodo en la parte de convección térmica y adicional a esto una conducción térmica generada por la carcasa metálica que mantiene por mayor tiempo el calor interno y así un ahorro en la fuente de energía.
- \* Se hizo una aplicación a los principios de transferencia de calor para buscar alternativas en el proceso de conservación de muestras fungi.
- \* Se pudo realizar un horno exclusivo para el investigador en campo ya que no tiene que caer en astucias para conservar muestras; el horno deshidratador portátil satizface los requerimientos de temperatura y ciertos factores humanos como la facilidad de operación y transporte, tambien logra una plena identificación con el campo de acción ya que con su estética y abstracción de formas geométricas intuitivamente el usuario lo identifica como un aparato de uso en laboratorio y especialmente en micología.
- \* Se concluye que la industria regional en cuanto a procesos del plastico aún son muy limitados y su ejecución es casi artesanal; durante el desarrollo del proyecto se encontró un gran número de inconvenientes al buscar implementos como tornillos, mecanismos y procesos industriales con aluminio como altos costos en soldadura y escases de empresas que presten este servicio.

\* En el medio en que nos encontramos es difícil obtener productos especializados ya que hay poco impulso en el desarrollo tecnológico y científico con fines no comerciales.

## RECOMENDACIONES

- \* Ante la solución de problemas y desarrollo de productos en el campo de la ciencia y la investigación el diseño industrial debe ahondar temas nunca antes estudiados para esto se debe tener en cuenta el trabajo multidisciplinario.
- \* Este proyecto debe seguir madurando ya que existen nuevas tecnologías en fuentes de energía y se pueden buscar otras alternativas distintas a las eléctricas.
- \* Se pueden realizar ciertos ajustes en el redimensionamiento de las carcasas ya que existieron problemas en los ensambles y adecuación de partes. Esto se debe a que los fabricantes son muy intuitivos y poco prestan atención a planos y modelos.
- \* En cuanto a los procesos y materiales se debe seguir insistiendo en industrializar aún más la fabricación y pensar en este producto como la base para crear otro aparato más comercial con un uso doméstico; esto obligaría a pensar en una mejora en los procesos y en un producto que se rija por normas y controles de calidad exigidos en el comercio.

## BIBLIOGRAFÍA

- BENOLX, Alrededor del Trabajo de los Metales. Editorial Reverte. Barcelona 1971.
- BRITIS L. DESING, El gran libro del diseño de productos. Mc graw Hill, 1999.
- BÜRDEK, Bernliard E. Diseño, Historia, Teoría y Práctica del Diseño Industrial. Ediciones Gustavo Gfii S.A. México, 1994.
- CRONEY, John. Antropometría para Diseñadores. Ediciones Gustavo Gfii S.A. Barcelona 1978.
- CURSO DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS. Universidad Nacional, 1988.
- DRYING/EVAPORATION. Chemical processing. Vol. 48 1985.
- DONDIS. D.A La Sintaxis de la Imagen. Ediciones Gustavo Gili. Barcelona 1972.
- FRANCO ANA E, Setas de Colombia guía de campo. U. De Antioquia y Colciencias 2000.
- GINGER CLIVE, Diseño inteligente productos que cambian la vida. Mc graw Hill, 2001.
- GUZMAN GASTÓN, Identificación de hongos, Limusa México 1987
- H. STAPELFELDT, Electrotecnia corriente continua y electromagnetismo. Ed. Labor Barcelona 1971.
- ISAAC KINNARD, Medidas Eléctricas y sus aplicaciones. Ediciones Marcombo, Barcelona 1970.
- KROEMER, Klie. Engineering Physiology: Bases of Human Factors Ergonomics. Editorial Van Nostrand Reinhold. New York, 1990.
- LARGENT, 1977; Alexopoulos et al., 1996.
- MARTÍNEZ, S. Polímeros. Ediciones UIS. Bucramanga, Col.1998.
- ME. CORMICK, Ernest James. Ergonomía, Factores Humanos en Ingeniería y Diseño. Ediciones Gustavo Gili. Barcelona, 1980.

MUNARI, Bruno. ¿Cómo nacen los objetos?. Ediciones Gustavo Gili. Barcelona, 1983.

NORTON, Jones. Procesamiento de Plásticos. Grupo Noriega Editores México 1996.

PISTONO RASCHERI. Desección de vegetales. Reverté.1955.

PULIDO MARÍA, Agaricales Colombianos, U. Nacional. 1983.

RECOPIACIÓN TECNOLOGÍA EN MATERIALES 5 Y 6, Diseño Industrial Universidad Industrial de Santander ,2003.

RODRÍGUEZ M, Gerardo. Manual de Diseño Industrial. Tercera Edición. Ediciones Gustavo Gilí. S.A. México, 1995.

RUBÍN, Irvin I. Materiales Plásticos, Propiedades y Aplicaciones. Grupo Noriega Editores. México, 1997.

WONG, Wicius. Fundamentos del diseño. Editorial Gustavo Gili S.A. España, 1995.

WONG, Wicius. Principios del Diseño en Color. Ediciones Gustavo Gili. España 1987.

WISNER, Alain. Ergonomía (Fisiología del Trabajo). Editorial Popular de los Trabajadores, México 1978.

## **Anexo A. Especificación Batería CBS.**

### **CSB Battery**

- Líder mundial en baterías VRLA.
- Baterías de 2, 6, 12 y 24 voltios.
- ISO 9001:2000.
- ISO 14001:1994 certificado.
- Con más de 30 años de experiencia en fabricación.
- Asociación estratégica con Shin Lobe Electric Machinery Co., Ltd. (Hitachi Group).
- Distribución a nivel mundial.

### **CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS**

- Recargable: de cientos a miles de ciclos de recarga (basado en la profundidad de la descarga).
- Sistema computarizado de carga y descarga: El sistema patentado (CCDS Computerized Charge/Discharge System) es totalmente automatizado y realiza dos ciclos de carga/descarga al 100% de prueba. Cada batería es probada individualmente.
- Rangos de Vida útil: Las baterías están diseñadas para 3-5 años, 4-7 años, 5-8 años, 8-10 años y 15-20 años basados en los estándares JIS y Eurobat.
- Certificaciones: Las baterías CSB tienen certificación UL 924 MH14533, ISO 9001 y 9002, ISO 14001.
- Full particule Tank Formation: Entrega el 100% de su capacidad en el primer ciclo.
- Electrolito inmovilizado: Baterías de libre mantenimiento, utilizables en cualquier posición, no apilables.
- Almacenaje: Las baterías pueden ser almacenadas por más de 12 meses a 20°C. (GP, EVX, GPL, HRL, TPL y MU).

## **RECICLADO**

CSB está comprometida con la preservación del medio ambiente.

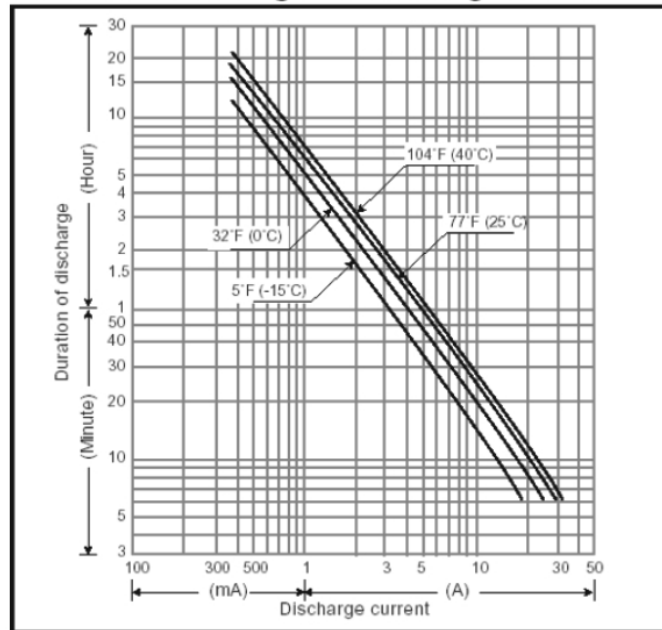
- Símbolo Universal de Reciclado
- Símbolo de "no disposición de basura" europeo.
- Información al consumidor indicando el elemento contenido dentro de la batería y advertencia sobre su disposición.
- Dirección Web impresa en la batería para obtener información sobre el reciclado.

CSB Battery Co. tiene sus fábricas ubicadas en Taiwán, China y Japón, con Oficinas estratégicamente ubicadas en Taiwán, Singapur, Beijing, Shangai, Estados Unidos y Holanda.

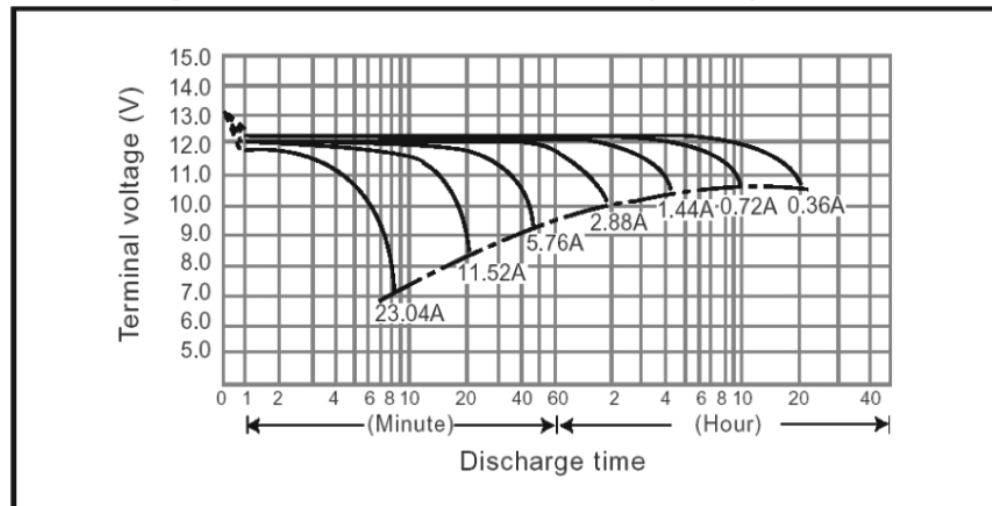
Mantiene una producción de 1.2 millones de baterías por mes las cuales resguarda en depósitos ubicados en Filipinas, Irlanda, Italia, Francia, México y dos en Estados Unidos. De esta manera atiende a gran parte del planeta con su producto, convirtiéndose en una de las 5 compañías más importantes proveedoras de baterías VRLA y la número uno en ventas de baterías para UPS.

## Anexo B. Caída batería 12v 7amp/20H.

**Duration of discharge vs. Discharge current (Note)**



**Discharge characteristics 77°F (25°C) (Note)**



## Specifications

|                               |                   |                         |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Nominal Voltage               |                   | 12V                     |
| Rated Capacity (20 hour rate) |                   | 7.2Ah                   |
| Dimensions                    | Length            | 5.945 inches (151.0 mm) |
|                               | Width             | 2.539 inches (64.5 mm)  |
|                               | Height            | 3.702 inches (94.0 mm)  |
|                               | Total Height*     | 3.937 inches (100.0 mm) |
| Approx. mass                  |                   | 5.45 lbs. (2.47 kg)     |
| Standard Terminals and Resin  | UL94HB Faston 187 | LC-R127R2P              |
|                               | UL94HB Faston 250 | LC-R127R2P1             |

\* The total height with #250 terminal is 101.5mm.

## Characteristics

|                                                   |                           |                                                   |                                    |
|---------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
| Capacity (note)<br>77°F (25°C)                    |                           | 20 hour rate (360mA)                              | 7.2Ah                              |
|                                                   |                           | 10 hour rate (680mA)                              | 6.8Ah                              |
|                                                   |                           | 5 hour rate (1260mA)                              | 6.3Ah                              |
|                                                   |                           | 1 hour rate (4900mA)                              | 4.9Ah                              |
|                                                   |                           | 1.5 hour rate discharge<br>Cut-off voltage 10.5 V | 3.5A                               |
| Internal Resistance                               |                           | Fully charged battery<br>77°F (25°C)              | Approx. 40mΩ                       |
| Temperature dependency of capacity (20 hour rate) |                           | 104°F (40°C)                                      | 102%                               |
|                                                   |                           | 77°F (25°C)                                       | 100%                               |
|                                                   |                           | 32°F (0°C)                                        | 85%                                |
|                                                   |                           | 5°F (-15°C)                                       | 65%                                |
| Self discharge<br>77°F (25°C)                     |                           | Residual capacity after standing 3 months         | 91%                                |
|                                                   |                           | Residual capacity after standing 6 months         | 82%                                |
|                                                   |                           | Residual capacity after standing 12 months        | 64%                                |
| Charge Method (Constant Voltage)                  | Cycle use (Repeating use) | Initial current                                   | 2.88 A or smaller                  |
|                                                   |                           | Control voltage                                   | 14.5V to 14.9V (per 12V cell 25°C) |
|                                                   | Trickle use               | Initial current                                   | 1.08 A or smaller                  |
|                                                   |                           | Control voltage                                   | 13.6V to 13.8V (per 12V cell 25°C) |

(Note) The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge. Cycles not the minimum values.

## **Anexo C. Teoría de Pila**

### **Definición de pila:**

Las pilas y baterías eléctricas se usan como fuente de energía obtenida de la acción química de las pilas eléctricas. En general se componen de celdas electrolíticas en las que dos placas eléctricas de metales distintos (cátodo y ánodo) están separados entre sí por una solución iónica que es el medio capaz de conducir electrones entre ambas placas. Estos elementos están contenidos en un envase o recipiente metálico o plástico, con separadores de los elementos activos como papel o cartón, auxiliares constructivos como plomo o cadmio que mejoran la embutición o mercurio que limita la corrosión, además de elementos de presentación comercial. Existen muchos tipos de pilas que se pueden clasificar inicialmente en dos grandes grupos: o Primarias o pilas que se agotan por haberse convertido la energía química en eléctrica, no es posible recuperar el estado de carga. o Secundarias o baterías, en las que la transformación de la energía química en eléctrica es reversible, por lo que se pueden recargar. Por tanto la cantidad de residuos generados es mucho menor. Determinados tipos de baterías, sobre todo para usos industriales o de automoción pueden ser, a su vez, una agrupación de baterías a modo de células puestas en serie.

### **Definición legal de pila:**

La Ley de Residuos, en su artículo 3, define los "Residuos" como; "cualquier sustancia o residuo perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de esta ley, del cual su poseedor se desprende o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias". En dicho Catálogo se incluyen, en la categoría (160600), Pilas y

Acumuladores: (01) Baterías de plomo; (02) Baterías de Ni-Cd; (03) Pilas secas de mercurio; (04) Pilas alcalinas; (05) Otras pilas y acumuladores; (06) Electrolito de pilas y acumuladores, y en la categoría (200000) Residuos Municipales y Asimilables procedentes del comercio, industria e instituciones: (20) Pilas y acumuladores. La Ley de Residuos, en su artículo 3, distingue entre dos categorías de "residuos":

(i) Residuos urbanos o municipales: "los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición pueden asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades".

(ii) Residuos peligrosos: "aquellos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que puede aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte".

En la lista de residuos peligrosos del Decreto 952/1997 (que publica la lista aprobada por la Decisión 94/904/CE, del Consejo, de 22 de diciembre) se incluyen dentro de la categoría (160600) Pilas y acumuladores; (01) baterías de plomo, (02) baterías de Ni-Cd; (03) Pilas secas de mercurio y (06) Electrolito de pilas y acumuladores.

### **Tipos de Pilas:**

Dentro de cada uno de estos grupos, siguiendo la clasificación recogida en la publicación de la Dirección General XI de la Comisión Europea, "Mercado, evolución del progreso técnico e impacto ambiental de las pilas y baterías" (REM.

Oxford. UK. Julio 1997) según su composición y usos, las pilas se pueden clasificar en:

## 1. PORTÁTILES

### ***Pilas estándar de zinc-carbón***

Pilas tradicionales cilíndricas. Tienen una vida relativamente corta.

*Componentes principales:* Óxido de manganeso, zinc, agua y carbón

*Rango de peso típico:* 5-150 g

*Mercado:* Venta al por menor

*Aplicaciones de uso:* Aparatos domésticos

### ***Pilas estándar de alcalinas de manganeso***

Tienen mayor vida que las de zinc-carbón. Son más herméticas y más seguras para aparatos que requieren mayor potencia.

*Componentes principales:* Óxido de manganeso, zinc y hierro.

*Rango de peso típico:* 8-150 g

*Mercado:* Venta al por menor

*Aplicaciones de uso:* Aparatos domésticos de audio, cámaras de video y fotografía y otros aparatos portátiles domésticos.

### ***Pilas botón de mercurio***

Tienen hasta un 30 % de mercurio. Gradualmente están quedando desfasadas y la tendencia será hacia otras con menor contenido de mercurio para aquellos usos que precisan este tipo de pila y no existe alterativa.

*Componentes principales:* Óxido de mercurio, zinc y hierro

*Rango de peso típico:* 1-50 g

*Mercado:* Venta al por menor

*Aplicaciones de uso:* Aparatos de sordos, marcapasos y fotografía

### ***Pilas botón de zinc-aire***

alterativa a las de óxido de mercurio. Alta densidad de energía

*Componentes principales:* Agua, zinc y hierro

*Rango de peso típico:* 0,3-40 g

*Mercado:* Venta al por menor

*Aplicaciones de uso:* Aparatos de sordos, marcapasos y equipos fotográficos

### **Pilas botón de óxido de plata**

alternativa a las de óxido de mercurio. Larga duración

*Componentes principales:* Óxido de plata, zinc y hierro  
*Rango de peso típico:* 0,4-15 g  
*Mercado:* Venta al por menor  
*Aplicaciones de uso:* Calculadoras y relojes

### **Pilas botón alcalinas de manganeso**

Las mismas características que las estándar del mismo tipo.

*Componentes principales:* Dióxido de manganeso, zinc, agua y hierro  
*Rango de peso típico:* 1-15 g  
*Mercado:* Venta al por menor  
*Aplicaciones de uso:* Equipos pequeños portátiles 11

### **Pilas botón de litio y dióxido de manganeso**

Tienen de 2 a 4 veces más potencia que las alcalinas de manganeso. Ligeras

*Componentes principales:* Dióxido de manganeso y hierro  
*Rango de peso típico:* 1-7 g  
*Mercado:* Venta al por menor  
*Aplicaciones de uso:* Equipos de control remoto portátiles ligeros

### **Pilas cilíndricas de litio y dióxido de manganeso**

Como las anteriores ligeras y de gran potencia

*Componentes principales:* Dióxido de manganeso, hierro y potasio  
*Rango de peso típico:* 3-50 g  
*Mercado:* Venta al por menor  
*Aplicaciones de uso:* Cámaras y otros aparatos ligeros

### **Baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd)**

Han surgido en los 4-5 últimos años. Pueden dar respuesta a puntas de demanda fuertes.

*Componentes principales:* níquel, cadmio, hierro y potasio  
*Rango de peso típico:* 10-1.000 g  
*Mercado:* Fabricantes de equipos  
*Aplicaciones de uso:* Herramientas, luces de emergencia, aparatos domésticos, PC's, videocámaras, teléfonos móviles

### **Baterías de níquel metal hidruro (NiMH)**

Son notablemente mas caras que las de Ni-Cd, pero tienen aproximadamente un 50 % mas de energía a igualdad de peso.

*Componentes principales:* níquel, hierro y potasio  
*Rango de peso típico:* 10-1.000 g  
*Mercado:* Fabricantes de equipos  
*Aplicaciones de uso:* videocámaras, telefonía móvil, ordenadores.

### **Baterías herméticas de plomo**

Son como las de arranque de automoción pero de menor peso y tamaño, para arranque de pequeñas maquinas.

*Componentes principales:* Plomo y ácido sulfúrico  
*Rango de peso típico:* 200-3.000 g  
*Mercado:* Fabricantes de equipos  
*Aplicaciones de uso:* Luces de emergencia, sistemas de alarma, arranque de pequeña maquinaria.

## **2. GRAN TAMAÑO**

### **Baterías plomo-ácido ZIL (arranque, iluminación, ignición)**

Esta tecnología se usa especialmente en automoción

*Componentes principales:* Plomo y ácido sulfúrico  
0,5-25 Kg.  
*Rango de peso típico:* Automoción  
*Mercado:* baterías de arranque para coches y otros vehículos  
*Aplicaciones de uso:*

### **Baterías plomo-ácido de tracción**

Para carretillas de horquilla elevadora, etc.

*Componentes principales:* Plomo y ácido sulfúrico  
23 Kg. de media  
*Rango de peso típico:* Industrial  
*Mercado:* Fuente de energía para movimiento de materiales y otros  
*Aplicaciones de uso:* servicios

### **Baterías plomo-ácido (auxiliares o de reserva, standby)**

Unidades de reserva estancas para telecomunicaciones, sistemas informativos, etc. están empezando a dominar este tipo de mercado.

*Componentes principales:* Plomo y ácido sulfúrico  
*Rango de peso típico:* 45 Kg. de media  
*Mercado:* Industriales

*Aplicaciones de uso:* Fuente de energía auxiliar o en espera para varios usos (plantas de potencia, telecomunicaciones, sistemas informativos)

### **Baterías de níquel-cadmio**

En la actualidad el 95 % de las aplicaciones son fijas o en Drenes.

*Componentes principales:* níquel, cadmio y hierro  
*Rango de peso típico:* 0,5-80 kg  
*Mercado:* automoción e industrial  
*Aplicaciones de uso:* Suministro de energía a Drenes. energía motriz en aplicaciones fijas en medicina, etc. bordo en aviación, vehículos eléctricos, telecomunicaciones,

### **Baterías de zinc-aire**

*Componentes principales:* Zinc, carbón, agua y potasa  
*Rango de peso típico:* 0,3-25 Kg.  
*Mercado:* Industrial  
*Aplicaciones de uso:* Trenes, parquímetros, vallados eléctricos

### **Plata-zinc**

Son de alto coste debido a su contenido en plata. Tienen la mayor densidad de energía de todas las baterías secundarias.

*Componentes principales:* Zinc y plata  
*Rango de peso típico:*  
*Mercado:* Militar y aeroespacial  
*Aplicaciones de uso:* Aplicaciones específicas cuando se necesita gran energía y bajo peso

### **Resumen de tipos de pilas y baterías:**

| PILA O BATERÍA                        | Tipo primario o secundario | Mercado de destino | Afectadas D.91/157/CEE |
|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|------------------------|
| <b>PORTÁTILES</b>                     |                            |                    |                        |
| Pilas estándar de zinc-carbón         | Primarias                  | Detallistas        | No                     |
| Pilas estándar alcalinas de manganeso | Primarias                  | Detallistas        | No                     |
| Pilas botón de mercurio               | Primarias                  | Detallistas        | Sí                     |
| Pilas botón de zinc-aire              | Primarias                  | Detallistas        | No                     |

|                                                   |             |                        |     |
|---------------------------------------------------|-------------|------------------------|-----|
| Pilas botón de óxido de plata                     | Primarias   | Detallistas            | No  |
| Pilas botón alcalinas de manganeso                | Primarias   | Detallistas            | No  |
| Pilas botón de óxido de plata                     | Primarias   | Detallistas            | No  |
| Pilas cilíndricas de litio y dióxido de manganeso | Primarias   | Detallistas            |     |
| Baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd)                 | Secundarias | Fabricantes de equipos | Sí. |
| Baterías de níquel metal hidruro (NiMH)           | Secundarias | Fabricantes de equipos | No  |
| Baterías herméticas de plomo                      | Secundarias | Fabricantes de equipos | Sí  |

| GRAN TAMAÑO                                                     |             |                         |    |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|----|
| Baterías plomo-ácido ZIL (arranque, iluminación, ignición)      | Secundarias | automoción              | Sí |
| Baterías plomo-ácido de tracción                                | Secundarias | Industrial              | Sí |
| Baterías plomo-ácido (auxiliares o de reserva, <i>standby</i> ) | Secundarias | Industriales            | Sí |
| Baterías de níquel-cadmio                                       | Secundarias | automoción e industrial | Sí |
| Baterías de zinc-aire                                           | Primarias   | Industrial              | No |
| Plata-zinc                                                      | Secundarias | Militar y aeroespacial  | No |

## **Anexo D. Estufas CN.**

### **ESTUFAS ELÉCTRICAS CN CF Y CFV**

**GENERALIDADES:** son de calentamiento rápido, con gran homogeneidad y estabilidad de la temperatura, repetitividad de los procesos con economía de costos, consumos y mantenimiento. Están previstas para temperaturas de hasta 500°C con recirculación de aire (series CF y CFV) o sin recirculación (serie CN) y con solera móvil (serie CFV). Se fabrican los modelos descritos a continuación, si bien bajo presupuesto podemos fabricar cualquier modelo que se nos solicite.

**CONSTRUCCIÓN:** se presentan en un atractivo mueble de construcción metálica, a partir de chapas y perfiles de acero laminado en frío, con un tratamiento especial anticorrosivo, de gran robustez y ligereza, con avanzado diseño y pintura epoxídica de agradables tonos, lo que le confiere una larga vida y un acabado estéticamente agradecido. Interiormente son de acero dulce tratado (series CF y CFV) para temperaturas de hasta 300°C y de acero AISI 304 para temperaturas superiores. Bajo presupuesto podemos incluir bandejas, soportes u otros elementos para facilitar la carga y descarga. La puerta es de abertura lateral, de una o dos hojas, con cierre de laberinto. La expulsión de los gases se efectúa mediante una chimenea regulable a voluntad.

**CONTROLES DE FUNCIONAMIENTO:** el cuadro de control y maniobra contiene los elementos necesarios para programar y mantener una temperatura cualquiera. La regulación de temperatura se realiza mediante un pirómetro. Bajo pedido puede adaptarse otro tipo de control para puesta en marcha, paro, control de velocidad de calentamiento etc. La electrificación se ha previsto a 230 V II fases en maniobra y 230 o 400 V en potencia. Todo el circuito eléctrico está debidamente protegido con conductores ampliamente dimensionados.

**AISLAMIENTO:** el aislamiento se realiza mediante fibras minerales y cerámicas de baja masa térmica y gran poder calorífico, cuidadosamente dispuestas en estratos a fin de reducir las pérdidas de calor. El perfecto aislamiento conseguido permite un ambiente fresco de trabajo.

**CALENTAMIENTO:** las resistencias eléctricas están colocadas en los laterales del horno e incorporadas a una masa de hormigón refractario especial que permite una gran uniformidad en la temperatura y las protege de la agresión de los posibles gases desprendidos por la carga y resguarda así mismo a las paredes del horno de golpes y rozadura durante la carga y descarga, (serie CN) lo que garantiza una larga vida. En las series CF y CFV los calefactores son blindados con aletas radiadoras, de hilo al aire o placas calefactoras en función de las dimensiones de la estufa, el material a tratar y la temperatura de trabajo. En todo caso están ampliamente sobre dimensionados, y son de fácil sustitución con conexionado frío en la puerta posterior del horno, protegida por cárter. Eventualmente el calentamiento puede ser mediante G. L. P. u otro combustible.

#### **CARACTERÍSTICAS ESTUFAS:**

| MODELO    | DIMENSIONES |     |     | TEMPERATURA<br>Hasta 300°C |       | TEMPERATURA<br>Hasta 500 °C |        | PRECIO |
|-----------|-------------|-----|-----|----------------------------|-------|-----------------------------|--------|--------|
|           |             |     |     |                            | Kw    |                             | Kw     |        |
| CN - 20   | 25          | 30  | 25  | 1                          | 1.360 | 2                           | 2.080  |        |
| CN - 35   | 30          | 40  | 30  | 1'5                        | 1.425 | 3                           | 2.275  |        |
| CN - 80   | 40          | 50  | 40  | 2                          | 1.865 | 4                           | 2.985  |        |
| CN - 150  | 50          | 60  | 50  | 3                          | 2.360 | 5                           | 3.776  |        |
| CN - 360  | 60          | 100 | 60  | 4                          | 3.200 | 6                           | 5.120  |        |
| CN - 500  | 65          | 120 | 65  | 6                          | 3.980 | 8                           | 6.328  |        |
| CF - 150  | 40          | 60  | 60  | 5                          | 3.665 | 7                           | 5.865  |        |
| CF - 300  | 60          | 80  | 60  | 7                          | 4.800 | 9                           | 7.860  |        |
| CF - 500  | 70          | 100 | 70  | 10                         | 5.875 | 13                          | 9.400  |        |
| CF - 725  | 80          | 100 | 90  | 13                         | 7.010 | 7                           | 11.216 |        |
| CF - 1000 | 80          | 120 | 100 | 16                         | 7.980 | 20                          | 12.770 |        |

|            |     |     |     |    |        |    |        |
|------------|-----|-----|-----|----|--------|----|--------|
| CF - 1200  | 80  | 150 | 100 | 18 | 8.675  | 22 | 13.880 |
| CF - 1500  | 100 | 150 | 100 | 22 | 9.485  | 27 | 15.180 |
| CF - 1800  | 100 | 150 | 120 | 24 | 10.350 | 30 | 16.560 |
| CF - 2100  | 100 | 180 | 120 | 27 | 11.425 | 34 | 18.280 |
| CF - 2600  | 120 | 180 | 120 | 31 | 12.005 | 39 | 19.210 |
| CF - 3250  | 120 | 180 | 150 | 36 | 12.975 | 45 | 20.760 |
| CF - 4500  | 150 | 200 | 150 | 40 | 14.215 | 50 | 22.750 |
| CVF - 1000 | 100 | 100 | 100 | 18 | 10.600 | 23 | 16.960 |
| CVF - 1500 | 100 | 150 | 100 | 22 | 12.700 | 29 | 20.320 |
| CVF - 2350 | 125 | 150 | 125 | 27 | 15.400 | 36 | 24.640 |
| CVF - 2700 | 120 | 150 | 150 | 31 | 17.210 | 40 | 27.540 |
| CVF - 3375 | 150 | 150 | 150 | 36 | 18.660 | 46 | 29.860 |
| CVF - 4500 | 150 | 150 | 200 | 40 | 20.090 | 57 | 32.150 |
| CVF - 6000 | 150 | 200 | 200 | 52 | 21.825 | 66 | 34.920 |
| CVF - 7500 | 150 | 250 | 250 | 59 | 23.500 | 74 | 37.600 |

DIMENSIONES INTERIORES en cm Ancho x Alto x Fondo

## **Anexo E. Pruebas Baterías Eléctricas.**

### **DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS ELÉCTRICAS:**

Para clasificar las baterías de tipo automotor se tienen en cuenta tres pruebas eléctricas que determinan la energía que requiere el vehículo para ser encendido y mantener los accesorios eléctricos en funcionamiento. Estas pruebas son:

#### **Capacidad de Arranque en frío. CCA (-18°C)**

La abreviatura de capacidad de arranque en frío es C.C.A. y se mide en amperios. Esta prueba se realiza para determinar la capacidad de encendido de la batería en condiciones extremas de temperatura. La batería se somete a -18°C y se descarga durante 30 segundos, debiendo mantener como mínimo un voltaje de 7.2 voltios.

#### **Capacidad de Reserva (MIN)**

La capacidad de reserva de una batería se mide en minutos e indica el tiempo mínimo que la batería es capaz de sostener los consumos eléctricos, en caso de que falle el sistema de carga y se tengan malas condiciones para conducir (noche, invierno, etc.). Durante esta prueba se somete la batería a 26°C de temperatura y se descarga a 25 amperios hasta alcanzar un voltaje mínimo de 10.5 voltios. El resultado indica la cantidad en minutos de respaldo de una batería.

#### **Capacidad Nominal (AH)**

La capacidad nominal es la cantidad de energía que almacena una batería. Esta prueba consiste en descargar la batería al 5% de su capacidad durante 20 horas

con un voltaje final de 10.5 voltios. Ejemplo: si la batería entrega 5 amperios por 20 horas, se debe multiplicar 5 amperios X 20 horas y el resultado sería 100 AH.

#### **CONSIDERACIONES:**

Como la batería es un mecanismo eléctrico su habilidad para funcionar se reduce considerablemente en temperaturas bajas, lo que además puede congelar el electrolito; pero esto puede evitarse si se mantiene la batería cargada al 75 % de su capacidad como mínimo.

Para lograr una capacidad de arranque confiable y como protección en contra del congelamiento en situaciones extremas, es necesario mantener la batería en un estado óptimo de carga. Para evitar posibles fugas de electrolito, las baterías deben ser almacenadas en un sitio fresco y seco en su posición normal (con los bornes hacia arriba). Las existencias de baterías deben ser rotadas en estricto orden, así la primera en llegar debe ser siempre la primera en salir.

Las baterías almacenadas sin uso ni carga durante períodos largos de tiempo, aceleran la corrosión. Esto se evidencia porque pierden capacidad eléctrica y reducen su vida útil. La pérdida de energía por autodescarga se acelera si la temperatura ambiente del lugar de almacenamiento es elevada; a mayor temperatura ambiente, se presentará mayor pérdida de energía.

## **Anexo F. Teoría y clase de Secadores.**

### **EQUIPOS:**

En general, la HR del aire que toman los equipos de secado debe ser más baja que el contenido de humedad de equilibrio del material a secar<sup>16</sup>.

**CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE SECADO:** se pueden clasificar según:

**1. El método de transferencia de calor:** se dividen en dos: los de contacto directo en el que el material se seca al exponerse a un gas caliente (mecanismo convectivo), mientras que los de contacto indirecto, el calor es transferido de una fuente de calentamiento a una superficie metálica que contacta el producto (mecanismo conductivo).se basa en las diferencias entre el diseño, operación y requerimientos de energía.

**2. La manipulación del sólido:** cuando se tiene en cuenta la naturaleza del material a secar como la presencia o ausencia de agitación. Esta agitación puede ser producida por agitación o por gravedad. Los materiales friables estarán sujetos a atrición con las agitaciones excesivas, estas agitaciones se recomiendan si el material se va a pulverizar.

### **1. SECADORES DE LECHO ESTÁTICO**

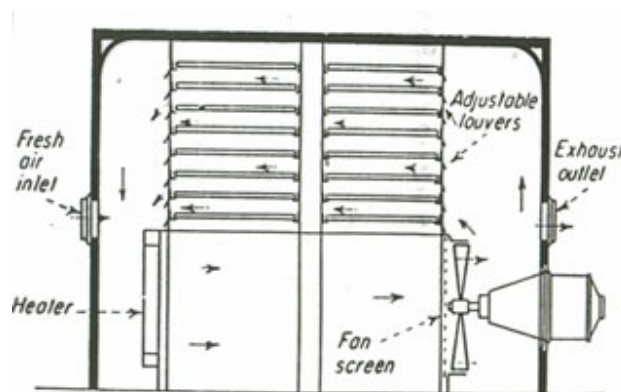
Aquí no hay movimiento relativo entre las partículas sólidas a secar aunque puede haber movimiento total de la masa a secar. Se caracteriza porque solo una fracción de las partículas totales se expone directamente a las fuentes de calor, además la superficie de exposición puede aumentarse disminuyendo la espesura o grosor del lecho permitiendo al aire pasar a través de él.<sup>17</sup>

**1.1. Secador de bandejas:** son los más antiguos y aún los más utilizados. Consisten de una cabina en el que el material a secar se esparce en bandejas (4-20). Cada bandeja puede ser de forma cuadrada o rectangular con un área que en promedio se de  $1.25\text{m}^2$ ; se recomienda esparcir el material hasta una altura máxima de 1.5 cm. El secado puede durar hasta dos días dependiendo del tipo de material y su contenido de humedad.

**Ventajas:**

- Cada lote del material se seca separadamente.
- Se pueden tratar lotes de tamaños desde 10 hasta 250 kg.
- Para el secado de materiales no necesita de aditamentos especiales.

Estos equipos tienen dos variaciones, una de secado directo en el cual el aire caliente es forzado a circular por las bandejas. La otra de secado indirecto, donde se utiliza el aire caliente proveniente de una fuente de calor radiante dentro de la cámara de secado y una fuente de vacío o un gas circulante para que elimine la humedad del secador. Véase figura Esquema general de un secador de bandejas



Las bandejas pueden ser de fondo liso o enrejado. En estas últimas, el material se debe colocar sobre un papel, tela o fibra sintética especial donde la circulación del

aire caliente fluye sobre el material desde arriba hasta abajo. El material de soporte debe facilitar la limpieza y prevenir la contaminación del producto. En el secador la temperatura y el flujo deben ser muy uniformes.

En general la velocidad de flujo recomendada para 100 kg del material es de 200 pies/min. Los granulados obtenidos en este secador son más densos, duros e irregulares que los obtenidos en por lecho fluidizado, ya que éstos tienden a ser más porosos, menos densos y más esféricos. La desventaja de estos equipos es que algunos colorantes y ciertos fármacos solubles en agua tienden a migrar desde el centro del gránulo hasta la superficie durante el secado. La fuente energética de estos secadores ser vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas.

Estos dos últimos calientan mucho más y son de bajo costo de funcionamiento, pero tienen el inconveniente de contaminar el producto y producir explosiones. Los secadores que funcionan con vapor son más baratos que los eléctricos y se aconsejan para equipos grandes.

**1.2. Secador de túnel:** consiste de vagones en los que se coloca la muestra y el vagón hace un recorrido por un pequeño túnel con flujo constante de aire caliente y seco, este equipo se recomienda para procesos de secado continuos. Los vagones se mueven progresivamente a través del túnel halados por una cadena móvil. En un o de los extremo se carga el balón por el material a secar y por el otro extremo se retira el vagón con la muestra seca.

El calor se suministra por convección directa o haciendo uso de energía radiante. Actualmente existen algunos modelos que reemplazan a los vagones por una banda transportadora sin fin que hace el mismo recorrido del material a través del túnel de secado. En este tipo de secadores la humedad y temperatura cambian continuamente, como consecuencia el periodo de velocidad constante del secado

de los materiales no aparece como constante porque decrece a medida que la temperatura disminuye, por tal razón las curvas de velocidad de secado no se aplican a los procesos de secado continuos.

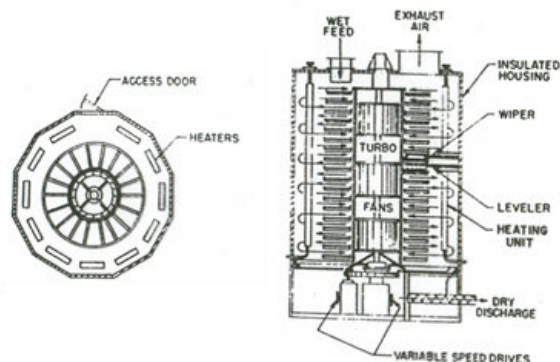
## **2. SECADORES DE LECHO MÓVIL**

Aquí las partículas que se están secando, se separan parcialmente de manera que fluyan unas sobre otras. El movimiento del material se produce o por gravedad o por agitación mecánica. Su gran ventaja es la separación resultante de las partículas y la exposición continua de nuevas superficies del material que permite un calentamiento más rápido al igual que una muy buena transferencia de masa<sup>18</sup>.

**2.1 Secador Turbo de bandejas:** este esta formado por una serie de bandejas circulares rotantes alrededor de un eje central apiladas verticalmente. Su velocidad de rotación promedio es de 0.5 rpm. El aire caliente circula a través de las bandejas con ayuda de ventiladores montados en el centro de la columna. El material húmedo se coloca en la parte superior del secador y una pala estacionaria se encarga de esparcirlo uniformemente.

Cuando la bandeja circular ha rotado un 90% el material es pasado a través de unos orificios radiales a la bandeja de abajo donde de nuevo se esparce y homogeniza. La transferencia de masa de una bandeja a otra se produce después de una revolución.

Así continúa sucesivamente hasta que el material llegue a la parte inferior. La ventaja es que el material continuamente esta exponiendo superficies nuevas al aire circulante y que el secado ocurre más rápidamente que en los secadores de túnel. Véase figura 6: Esquema de un secador turbo de bandejas.

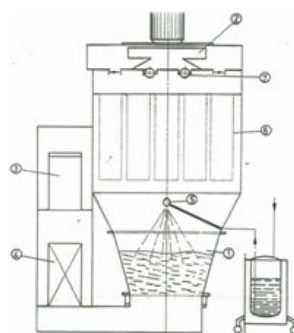


**2.2 Secador de bombo o cacerola:** su principio es similar al de un rotaevaporador y consiste de un bombo circular de uno a dos metros de diámetro y una profundidad de 30 -50 cm, su fondo es plano y los lados son verticales. Realizan un tipo de secado indirecto en que pueden operar con ayuda de vacío o presión atmosférica baja. Estos se utilizan mucho para el secado de pequeños lotes del material en forma de pastas. El calor es suministrado por una corriente de vapor o agua caliente, el bombo tiene una serie de palas que agitan lentamente el material friccionando la masa húmeda que queda adherida a las paredes y exponiendo nuevas superficies al contacto con las superficies calientes del fondo. Cuando lo que se esta evaporando es un solvente, este se puede recuperar por condensación. Al final del proceso el material seco queda en el fondo del bombo.

### 3. SECADOR DE LECHO FLUIDIZADO

**3.1 Lecho fluidizado vertical y horizontal:** se caracteriza porque las partículas sólidas se suspenden parcialmente en la corriente de aire corriente arriba, las partículas se elevan y luego caen al azar de manera que la mezcla sólido-gas actúa como un líquido en ebullición. Aquí el contacto sólido-gas es excelente y resulta en un mejor calentamiento y transferencia de masa que los secadores de lecho estático y móvil.<sup>19</sup> Consiste de un cilindro vertical en que la aplicación de aire se hace a altas velocidades desde el fondo a la parte superior. Este aire en su

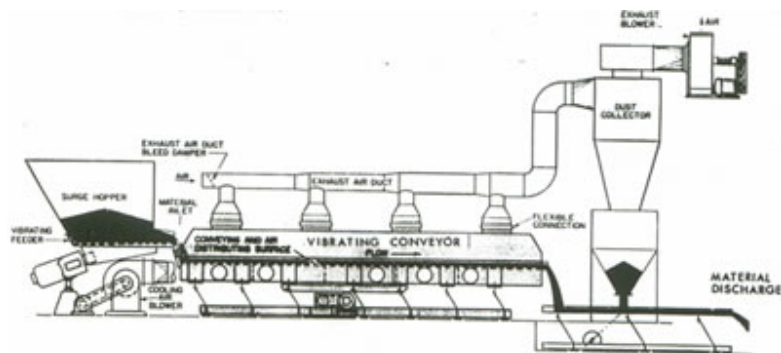
recorrido suspende el material sólido y se mezcla con el formando el fluidizado asumiendo la forma del recipiente que los contiene. Las partículas sólidas se arremolinan y caen al fondo, posteriormente vuelven a elevarse y a caer, este ciclo se repite cientos de veces. Este tipo de secado es muy eficiente porque cada partícula es rodeada por una columna de aire, produciendo uniformidad de la temperatura, composición y distribución del tamaño de partícula. La única condición es que el material a secar no esté muy húmedo (porque puede hacer que se pegue aún más), ni tampoco ser demasiado friable (porque generaría muchas partículas finas). Estos secadores son muy rápidos y para disminuir los peligros de explosión y la acumulación de cargas estáticas se les conecta un polo a tierra. Existen modelos verticales y horizontales, cuya capacidad puede llegar a 200 Kg. Si tiempo de secado es máximo de 40 si el solvente a eliminar es agua. Véase figura 7: Esquema de un Granulador-secador de lecho fluidizado.



Entre las ventajas del equipo están el corto periodo de secado, poco riesgo de contaminación y mínima manipulación del material en caso de que en este mismo equipo también granule.

**3.2 Secador tipo transportador por vibración:**<sup>20</sup> Es un equipo complejo que se puede utilizar en procesos de secado continuos. El aire caliente se inyecta en la parte inferior en el compartimiento del transportador vibracional que lleva el material a secar, luego a través de un sistema de lecho fluidizado pasa a la parte

superior y finalmente pasa a un conducto colector. El lecho fluidizado de densidad uniforme se mantiene en la zona de secado por vibración del transportador y uso de pequeños obstáculos para retención del material. El tiempo de residencia se determina por la longitud de la zona de secado, frecuencia y amplitud de la vibración del transportador y de la altura de los obstáculos. En cada zona debe existir control del aire y de temperatura. El transportador puede tener en promedio 70 cm. de anchura y una profundidad de 8cm. La capacidad del secado esta limitada por el tiempo de retención del material en el transportador. Véase figura 8: Esquema de un secador tipo transportador por vibración.

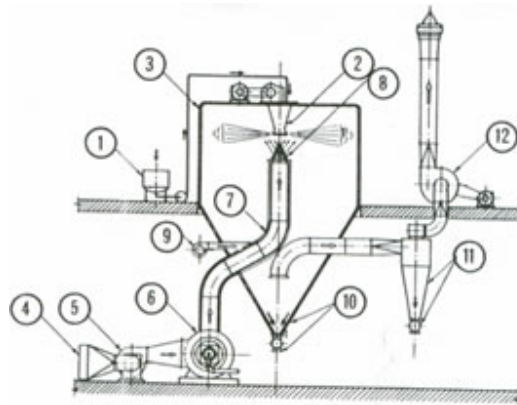


#### 4. SECADORES NEUMÁTICOS

Se fundamenta en que las partículas a secar se conducen en una corriente de gas a alta velocidad. Cada partícula se rodea completamente por una envoltura del gas secante. El calor resultante y la transferencia de masa son muy rápidos, además el tiempo de secado es muy corto.

**4.1 Secador Spray:** el secador se compone un recipiente para la carga del material, sistema de alimentación, una cámara de secado, un clasificador (ciclón) sólido-gas y de un sistema de recolección. La velocidad se ajusta de manera tal que cada gota del spray este completamente seca antes de que esta contacte las paredes de la cámara del secado. La excesiva velocidad de alimentación

disminuye la temperatura de salida acumulando el material en las paredes de la cámara. La separación del sólido del gas efluente se logra por medio de un ciclón. Finalmente, el producto se colecta en la cámara de secado. Véase figura 9: Esquema de un secador spray.



Sólo se utiliza para manipular fluidos como soluciones y pastas delgadas. El fluido se dispersa como gotas finas en una corriente de gas caliente donde el líquido se evapora antes de alcanzar la pared de la cámara. Al final, se obtiene un material seco fino que es llevado por una corriente de gas a un recipiente recolector. Los gránulos secos se forman alrededor de la carcasa seca por difusión del vapor. De esta forma, la presión interna de la gota hace que esta se hinche y que el gránulo se haga cada vez más delgado permitiendo la rápida difusión de la humedad a través de éste.

Posteriormente ocurre la fragmentación del gránulo formado. La velocidad se puede regular inspeccionando la cantidad del material que queda adherida en las paredes o que salen en el exhosto. La difusión del líquido al interior del gránulo ocurre a velocidad más baja que la transferencia de calor del exterior al interior de la gota. Esta ganancia de calor causa que el líquido dentro del gránulo se evapore a una velocidad mayor que la que se difunde a través de su superficie. Si el gránulo es impermeable o frágil, éste se romperá produciendo fragmentos derivados del gránulo original.

**Ventajas:**

- Cambia la apariencia física del material (forma y tamaño de partícula, densidad aparente) según la forma farmacéutica (tableta o cápsula a utilizar).
- Es perfecto para el secado de materiales sensibles al calor y oxidación sin degradarlos (por la evaporación y recolección rápida).
- Produce partículas esféricas de excelente flujo y mínima área superficial.
- Se puede utilizar en operaciones de recubrimiento de sólidos y líquidos porque a medida que se evapora el material de recubrimiento envuelve la partícula que enmascara el olor y sabor mejorando la estabilidad, recubrimiento entérico y la liberación sostenida. Los líquidos oleosos para recubrimiento se obtienen emulsificándolos en agua con ayuda de goma acacia o almidón y luego sometiénolo al proceso de secado (evaporando el agua y cubriéndose por el aceite).<sup>21</sup>

**4.2 Secadores relámpago:** la masa húmeda pulverizada se suspende a altas velocidades (3000 -6000 pies/min) a una temperatura de 300 a 1300°F. Las partículas chocan por el flujo neumático reduciendo al mismo tiempo su tamaño. Luego el material particulado fino pasa por un conducto hasta a un ciclón separador y por último hasta el recipiente colector. El periodo de secado es muy corto porque en tan solo dos segundos la temperatura puede pasar de 1300 a 350 °F. La temperatura del material seco colectado es menor de 100°F <sup>22</sup>.

**5. SECADORES POR CONGELACIÓN (LIOFILIZACIÓN)**

Los productos termolábiles deben secarse primero por congelación y luego someterlos a muy bajas presiones para calentarlos (por conducción o radiación)

de manera que el solvente se sublime se pueda recuperar. Ejem. Suero sanguíneo, plasma, antibióticos, hormonas, cultivos bacterianos, vacunas y alimentos. A este proceso de secado se le llama también liofilización, gelificación o secado por sublimación. El producto liofilizado se redisuelve o resuspende por adición de agua antes de utilizar (proceso llamado reconstitución). En general, La sublimación ocurre a presiones y temperaturas por debajo del punto triple (4,579 mm) y 0.0099°C. Cuando el agua en los productos destinados para el secado por congelación contiene sólidos disueltos se producen diferentes relaciones entre temperatura y presión para cada soluto. En estos casos el punto en que la presión y temperatura en que el sólido se vaporiza sin convertirse a la fase líquida se conoce como punto eutéctico. La liofilización se lleva a cabo entre -10 y -40 °C y a presiones entre 2000 y 100 bar.

Los tres requisitos básicos para llevar a cabo el proceso de liofilización son:

- La presión de vapor del agua en la superficie del material debe ser más alta que la presión parcial de la atmósfera circulante.
- El calor latente de evaporación debe introducirse en el sólido a una velocidad tal de manera que mantenga los niveles de temperatura deseables entre la superficie y el interior.
- Eliminación del solvente evaporado.

Los cuatro componentes básicos de un equipo de liofilización son:

Una cámara de vacío, una fuente de vacío, una fuente de calentamiento, sistema de remoción del vapor (por condensadores, desecadores y bombas). Como agentes de enfriamiento se pueden utilizar gas carbónico, hielo seco o hielo seco-acetona, amoníaco y freón. Durante el primer periodo de secado se remueve cerca

del 95% del agua contenida en el material y cubre las primeras 24 horas a una velocidad constante. En el estado final, se remueve el otro 5% de humedad restante; este último proceso toma cerca de 6 horas.<sup>23</sup>

## 6. SECADO POR MICROONDAS

Estos equipos generan energía radiante en forma de microondas. Estas ondas penetran el núcleo del material haciendo que el agua se evapora muy rápidamente. Este principio se puede combinar con los secadores de lecho móvil o estático. Es útil para secar a bajas temperaturas material termolábil como proteínas, vitaminas, material enzimas etc. Este equipo ahorra bastante energía en los procesos de secado.<sup>24</sup>

### Proceso de Secado

Un proceso de secado involucra aporte de calor y transferencia de masa. El calor debe transferirse al material a secar para suministrar el calor latente requerido para la vaporización de la humedad.<sup>10</sup>

Luego la masa de agua se vuelve vapor que pasa a la corriente de aire. La velocidad total de transferencia de calor se expresa como la suma de las velocidades de transferencia por conducción, convección, y radiación. La velocidad del secado durante el periodo de velocidad constante se puede expresar así:

$$dw/d\tau = (q_c + q_k + q_r)/\tau \text{ o } dw/d\tau = k'A (H_s - H_g) \text{ donde}$$

$dw/d\tau$  es la velocidad de evaporación (libras de agua/hora)

$K'$  = coeficiente de transferencia de masa en  $\text{Kg}/(\text{hm}^2\text{kPa})$  (determina la capacidad de difusión de humedad).

A = Área superficial del sólido involucrado en la transferencia de calor

$\lambda$  = Calor latente de evaporación (KJ/kg agua)

Hs= Presión parcial en la superficie de evaporación (KPa).

Hg = Presión parcial del vapor en la corriente de aire (KPa).

**Aumento de velocidad de secado:** Según las anteriores fórmulas, la velocidad del secado se puede aumentar así:

- En la convección y por la K' aumentando la entrada de aire que transporta el calor (circulación).

- En la radiación aumentando el calor producido por radiación en la estufa.

En la conducción: Reduciendo la espesura del material a secar y poniendo en contacto el material con las superficies calientes.

- (Hs – Hg) = Deshumidificando la entrada de aire (aumentando la diferencia entre Hs y Hg).

### **Cantidad de humedad de los sólidos<sup>11</sup>**

El contenido de humedad de los sólidos se puede expresar en base seca o en base húmeda.

**1. Pérdida por secado: (LOD):** La humedad se expresa como porcentaje (p/p) de agua en el sólido seco.

$$\% \text{ LOD} = (W \text{ agua en la muestra} \times 100\%) / W \text{ total de la muestra húmeda}$$

**2. Contenido de Humedad (MC):** La humedad se expresa como porcentaje (p/p) de agua en el sólido seco.

$$\% \text{ MC} = (W \text{ agua de la muestra} \times 100\%) / W \text{ muestra seca}$$

**Nota:** según las dos expresiones anteriores es obvio que los valores de MC produzcan valores superiores a LOD.



Este secador de bandejas de pequeña escala seca sólidos pasando una corriente de aire caliente sobre bandejas de material húmedo, un método habitual en la industria. La unidad es apropiada para el laboratorio de operaciones unitarias de centros educativos, y también para la enseñanza e investigación en Tecnología alimentaria.

### **Posibilidades de demostración**

- > Demostración de regímenes de secado
- > Analogías de transferencia de calor y de masa
- > Ensayos de secado de sólidos para uso industrial
- > Efecto de la temperatura y la velocidad del aire en el ritmo de secado
- > Uso de diagramas sicrométricos
- > Balances de masas (agua)

### **Descripción**

La unidad consta de un túnel con soportes sobre el suelo, con un ventilador de flujo axial instalado en uno de sus extremos. Aguas abajo del ventilador, un banco de elementos calentados eléctricamente calienta el aire que fluye a la cámara de

secado. La cámara, que tiene una puerta de acceso transparente, contiene un rack de bandejas suspendidas de una balanza que va montada encima del secador. La capacidad total de las bandejas es de aproximadamente 3kg de sólidos. Los conductos aguas arriba y aguas abajo del secador están diseñados para proporcionar un flujo de aire uniforme sobre las bandejas. Los controles montados en un panel en el extremo del túnel que lleva el ventilador permiten variar la velocidad del aire y la potencia del calentador para variar la temperatura a lo largo del secador.

Es posible efectuar mediciones de temperatura y humedad (con un sicrómetro aspirado de bulbo seco y bulbo húmedo) antes y después de la cámara de secado. Los elementos de calentamiento están totalmente protegidos contra sobrecalentamiento por el uso de termostatos bimetálicos, y los circuitos de calentamiento solamente pueden ser encendidos cuando el ventilador está en funcionamiento. La velocidad mínima del ventilador está preestablecida.

Un dispositivo de corriente residual (interruptor diferencial) está instalado por razones de seguridad del operador. Los parámetros de operación pueden variarse para proporcionar datos que demuestren aspectos teóricos y prácticos de las prácticas de secado industrial, y se incluye un manual de instrucciones con hojas de ejercicios para los experimentos de los estudiantes.

**NOTA:** El material de las muestras no está incluido en el suministro.

### **Especificación para pedidos**

- > Un secador de bandejas de suelo con túnel, ventilador axial y elementos de calentamiento que proporcionan aire caliente a un compartimiento que mide 300 x 300 x 400 mm.
- > Ventilador ajustable para velocidades de aire de 0,3-1,8m/s.

> Cuatro bandejas para muestras con capacidad de aproximadamente 3kg de sólidos húmedos van suspendidas de una balanza digital montada encima del secador.

> Potencia del calentador ajustable hasta 3kW.

> Un anemómetro y un sicrómetro aspirado permiten la medición de la velocidad y la humedad del aire.

> Las posibilidades incluyen: demostración de regímenes de secado, efecto de la temperatura y el caudal del aire sobre el ritmo de secado. Balances de masa y energía y el uso de diagramas sicrométricos.

## **ACCESORIOS RECOMENDADOS**

Cronómetro

### **Servicios requeridos**

Suministro eléctrico:

UOP8-A: 220-240V/monofásico/50Hz

UOP8-B: 120V/monofásico/60Hz

UOP8-G: 220V/monofásico/60Hz

### **Dimensiones totales**

Altura: 1,40m

Longitud: 2,95m

Profundidad: 0,73m

### **Especificación de transporte**

Volumen: 1,42m<sup>3</sup>

Peso bruto: 220kg

## **1. Operaciones de Secado**

El estudio del secado es de trascendental importancia en Ingeniería Química, debido a que es una operación unitaria básica, para el manejo de productos sólidos. Entre las operaciones unitarias, el secado, en su forma más primitiva es la primera de todas, pues el hombre desde que fue nómada, secó frutos utilizando la energía solar, no obstante, formas más elaboradas del secado han surgido. Aún así, el secado por energía solar, es una forma alternativa, utilizada en procesos de gran volumen y poca velocidad como el secado de granos, sobre todo de café. En términos generales, el término secado se refiere a la eliminación de líquidos, en cantidades grandes, de un material sólido, por medio de vapor arrastrado por un gas. El líquido a remover, es generalmente agua, no obstante hay otros. Existen procesos químicos industriales importantes en los cuales conviene el secado, entre otros, está el secado de la sal, la cual es pasada, una vez cristalizada por un túnel de aire, para eliminar el exceso de humedad en la misma, también se puede mencionar el secado del carbón, de productos alimenticios, de arena, entre otros. Es usual el uso del secado como medio de preservación de materiales biológicos, en ocasiones, se llega hasta el límite de deshidratación, para disminuir la actividad bacteriana o microbiológica en general. Esto se debe, a que la actividad microbiológica cesa a niveles de humedad menores del 10%.

### **1.1. Métodos de Secado**

De acuerdo con el tipo de proceso de secado, se puede separar el proceso, en proceso continuo y proceso batch. En general, se comprende por secado continuo, el secado en procesos en los que no hay acumulación de sólidos en un recipiente cerrado. Obviamente, el proceso batch, es el proceso en el cual se alimenta un secador y se termina la operación en el momento en que se extrae todo el material

alimentado. De acuerdo con las condiciones en que se realiza el secado, pueden mencionarse los secadores en los cuales el calor se añade directamente a los materiales, por medio de aire caliente y a presión atmosférica. Otro método de secado consiste el secado al vacío, en el cual se trabajan materiales termolábiles. Finalmente está el secado en la liofilización, el agua se sublima directamente del material congelado.

## **1.2 Equipo para Secado**

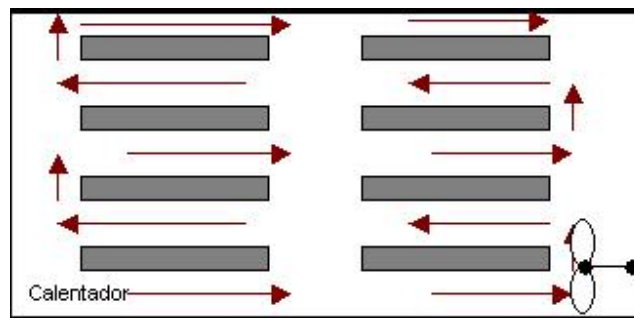
El equipo de secado, puede ser tan sencillo como un soplador con una resistencia adaptada, o tan complejo como un secador rotatorio.

### **1.2.1 Secado en Bandejas**

El secador de bandejas, o secador de anaqueles, consiste en un gabinete, de tamaño suficientemente grande para alojar los materiales a secar, en el cual se hace correr suficiente cantidad de aire caliente y seco. En general, el aire es calentado por vapor, pero no saturado, de modo que pueda arrastrar suficiente agua para un secado eficiente. Es necesario hacer notar una situación interesante de optimización de secadores. En este caso, cuando se calienta el aire con vapor, debe tomarse en cuenta varios aspectos, si nos situamos en la carta psicrométrica, el aire a utilizar, debe poseer una temperatura de bulbo húmedo alta, una entalpía alta, pero una humedad relativa baja. Puesto, que la operación de secado, como cualquier operación de transferencia, depende del tiempo de contacto interfacial (el cual no varía notablemente en este tipo de secador debido a la variación de la velocidad del aire), el área de contacto interfacial (que para nuestro caso requerimos que sean sólidos en terrones, o granos, para aumentar esta relación), el gradiente de temperatura y de humedad y la resistencia. En general, en este tipo de secadores, las variables que pueden fijarse o variarse son los gradientes, he allí la importancia que el aire no entre frío ni húmedo, puesto

que esto minimiza el gradiente y elimina la eficiencia del secador. Esto último es cierto para todos los tipos de secadores, no obstante, es más marcado en este tipo de secador, puesto que en los siguientes, las otras variables no son tan rigurosamente fijas.

En la figura 1 se muestra un esquema de un secador de bandejas.



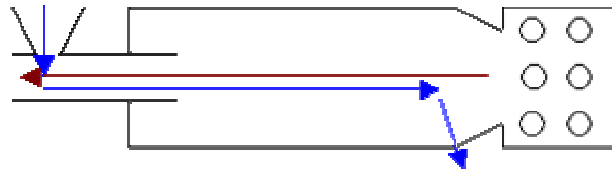
### 1.2.2 Secadores indirectos al vacío con anaqueles

Este tipo de secador, es un secador por lotes, que funciona de manera similar al secador de bandejas. Este secador está formado por un gabinete de hierro con puertas herméticas, de modo que se trabaje al vacío. Los anaqueles están vacíos donde se colocan las bandejas con los materiales húmedos. En términos generales, se trabaja con aire calentado con vapor. Esto no es siempre cierto, pues es posible utilizar agua caliente, para operaciones a temperaturas suficientemente bajas.

Cabe recordar, que este tipo de secadores, puede ser utilizado para el secado de materias termolábiles, como lo son algunos materiales biológicos y en ocasiones los farmacéuticos, aunque el secado de estos no es tan común. La conducción de calor en este tipo de secadores es por radiación desde las paredes metálicas del secador. La humedad extraída del material es recogida por un condensador dispuesto en el interior.

### 1.2.3 Secadores continuos de túnel

Este tipo de secador está formado por un túnel, por el cual pasan bandejas o carretillas con el material a secar, dentro del túnel, se hace fluir, generalmente a contracorriente, aire caliente, el cual sirve para secar los sólidos. Este tipo de secador es típico de la industria alimenticia. A diferencia de los secadores de bandejas, en este caso, el área superficial, no es tan importante, debido a que la velocidad del aire y el tiempo de estadía dentro del secador pueden variar en un rango muy amplio, por ende, estos secadores son muy utilizados para materiales grandes. La figura 2 muestra una disposición general de un secador de túnel.



### 1.2.4 Secadores Rotatorios

En general, un secador rotatorio consta de un cilindro hueco que gira sobre su eje, con una ligera inclinación, para permitir el desliz de los sólidos a secar hacia la boca de salida. Se alimentan por la boca de entrada y por la boca de salida se alimenta el gas caliente, que habrá de secar a contracorriente el sólido que se desliza despacio hacia la salida, a medida que se va secando. El método de calentamiento es por contacto indirecto a través de la pared del cilindro que se calienta por el paso de los gases. Las partículas atraviesan una sección relativamente corta, a medida que se deslizan, mientras su humedad disminuye de la misma manera en que descienden.

#### \* Secadores de tambor rotatorio

Consta de un tambor de metal calentado, como se observa en la figura 3, en las paredes se evapora el líquido, mientras una cuchilla metálica, raspa lentamente el

sólido, para que descienda por el tambor, hasta la salida. Este tipo de secadores son típicos del trabajo con pastas, suspensiones, y soluciones. El tambor resulta como un híbrido entre un secador y un evaporador.

#### **1.2.5 Secadores por aspersión**

En este tipo de secador, se atomiza una suspensión líquida, la cual es recibida por una corriente a contraflujo de aire caliente, la cual evapora el líquido, de modo que caen las partículas sólidas que se separan de la corriente de gas, por no ser volátiles. Las cámaras para este efecto deben ser suficientemente grandes, para que el tiempo de contacto interfacial sea suficiente. La aspersión se hace por medio de toberas o difusores de alta velocidad.

#### **1.3. Secado de granos**

El secado de granos se puede definir de distintas maneras, según el enfoque que se desee adoptar. En los estudios más teóricos se pone el énfasis en los mecanismos de transferencia de energía y de materia. Así, el secado se puede definir como un proceso en que hay intercambio simultáneo de calor y masa, entre el aire del ambiente de secado y los granos. En cambio, en los casos generales, se define el secado como la operación unitaria responsable de la reducción del contenido de humedad de cierto producto, hasta un nivel que se considera seguro para el almacenamiento de éste. Se entiende que es seguro un nivel de humedad por debajo del cual se reduce la actividad respiratoria de los granos y se dificulta el ataque de insectos y hongos. Dicho nivel varía con los distintos tipos de granos, pero, para las condiciones brasileñas y los granos más comunes, abarca una gama entre 10 y 14% de humedad expresada sobre base húmeda. Se han secado productos agrícolas desde los albores de la civilización. Al comienzo no había preocupación por el almacenamiento, y la disminución de la humedad se producía en el campo mismo. Era un "secado" que se realizaba en las condiciones

naturales del ambiente, dictadas principalmente por la energía solar incidente y el movimiento del aire, es decir' por el viento. Más adelante se intentó controlar parcialmente las condiciones del secado, y éste pasó a realizarse en hornos especiales o en recintos calentados. Recién entre la Primera y Segunda Guerras Mundiales se construyeron diversas unidades experimentales de secado. En aquella época sólo funcionaban algunas unidades comerciales, las que se destinaban, fundamentalmente, a la deshidratación de frutas, verduras, heno y al secado de semillas de maíz.

Después de la Segunda Guerra Mundial se hicieron comunes las grandes unidades de secado de granos comerciales, y en las haciendas se empezó a secar grandes cantidades de ellos. Este aumento en la demanda de secado fue consecuencia del desarrollo de los métodos mecánicos de cosecha. En América Latina, una parte importante de la producción de granos se seca todavía en forma primitiva, es decir, se seca en el campo durante largos períodos. El uso de esta técnica acarrea elevadas pérdidas de producción, puesto que los granos quedan expuestos, durante lapsos prolongados, a condiciones adversas y a la acción de depredadores. Hay consenso, entre los técnicos del sector almacenados de que el secado de granos a bajas temperaturas presenta buenas perspectivas de aplicación en el país, principalmente ante la necesidad de ampliar la capacidad de almacenamiento de las haciendas, para lo cual esta tecnología reviste especial interés económico. El secado a bajas temperaturas viene atrayendo, además, al sector productor de semillas, puesto que con tal sistema se puede mantener la calidad del producto cosechado mejor que con el uso de secadores que funcionan a temperaturas elevadas. Se espera que este trabajo sirva a los profesionales que se dedican a este campo de la ingeniería agrícola y llene el vacío que significa la dificultad de encontrar literatura nacional sobre el tema. Al llegar a la madurez fisiológica, los productos agrícolas y en especial los granos, presentan en la mayoría de los casos, un contenido máximo de materia seca. Sería recomendable cosechar los granos en ese punto de desarrollo, desde el punto de vista del

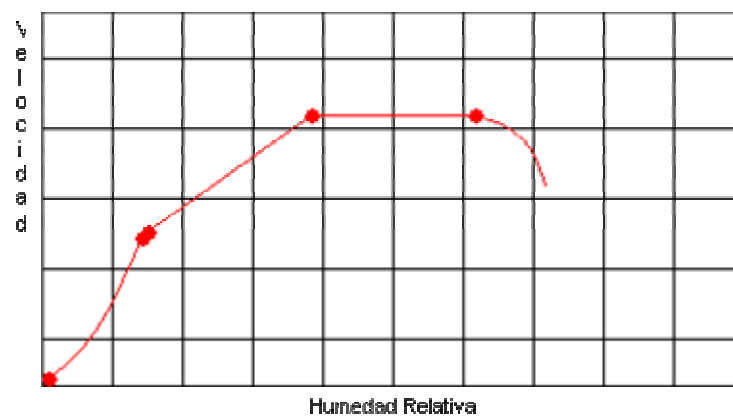
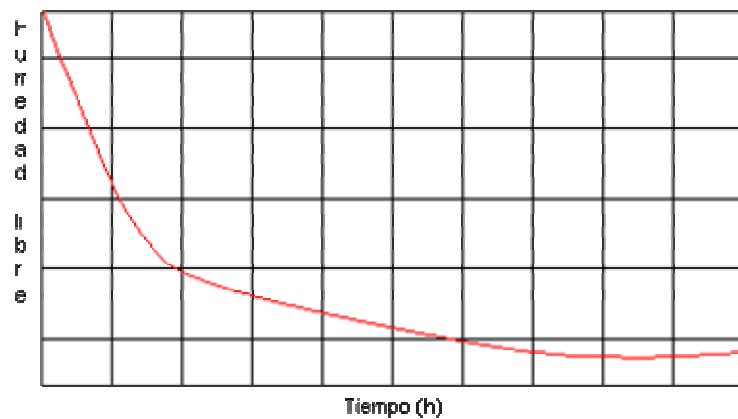
rendimiento máximo de la producción. No obstante, varios factores limitan esa posibilidad, destacándose entre ellos el contenido de humedad de los granos.

Al comienzo de la etapa de madurez fisiológica, los granos presentan, además del contenido máximo de materia seca, un elevado porcentaje de agua. Esta condición acarrea algunas dificultades, pues los granos no resisten los procedimientos mecánicos de recolección y demás operaciones de tratamiento. Es preciso esperar, entonces, que la cosecha se realice "tan pronto" como los granos lo soporten. Esta técnica ofrece algunas ventajas, como son: un mayor porcentaje de materia seca (como ya se mencionó), menor contaminación del producto en el campo, menor pérdida por ataque de depredadores, mayor porcentaje de germinación y vigor y otras. El mayor inconveniente de la cosecha de productos húmedos es la necesidad de reducir su contenido de humedad a niveles seguros para su almacenamiento, siendo un proceso que exige un gran consumo de energía. En general el secado artificial de granos es una técnica poco difundida en América Latina. En las regiones en que se la conoce, normalmente está mal utilizada. En consecuencia, hay elevadas pérdidas de granos en esos países.

#### **1.4 Contenido de humedad de equilibrio**

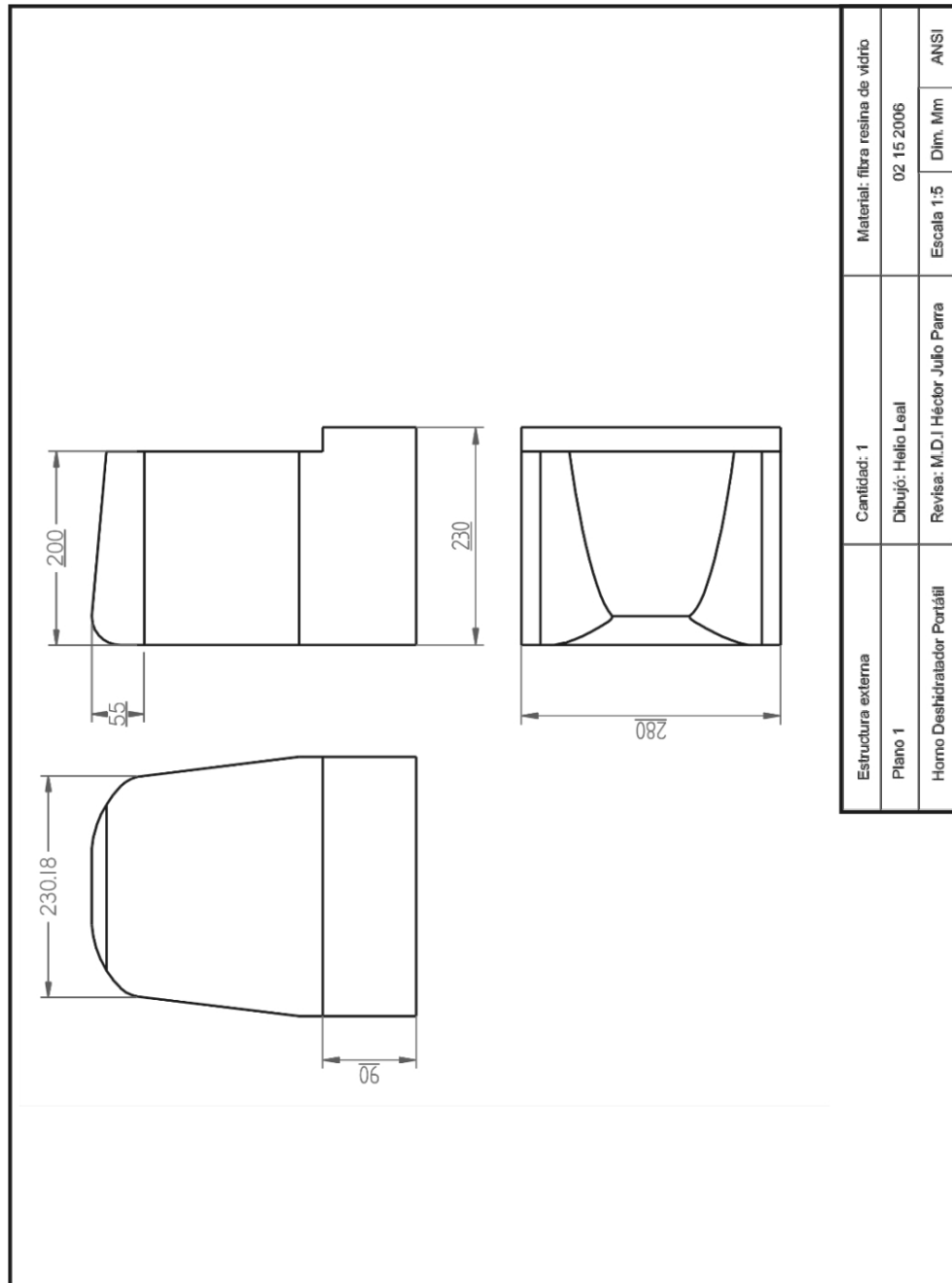
Al igual que todo proceso de transferencia, el motor principal de la transferencia es un gradiente. Por ejemplo, en la transferencia de momentum, el gradiente era de presión (o altura, que induce una presión), para la transferencia de calor, era un gradiente térmico, en este caso, es un gradiente de concentración, más específicamente para secado de concentración de líquido en la corriente de vapor y el sólido, que se entiende como humedad. Cuando se coloca en un secador un sólido, debido a la gran cantidad de aire que se hace fluir, a pesar que el aire se humedece, su variación de humedad no es considerable, por ende se considera como una humedad constante. El comportamiento de la humedad de un sólido con respecto del tiempo es decreciente asintótico, este valor límite al cual tiende la

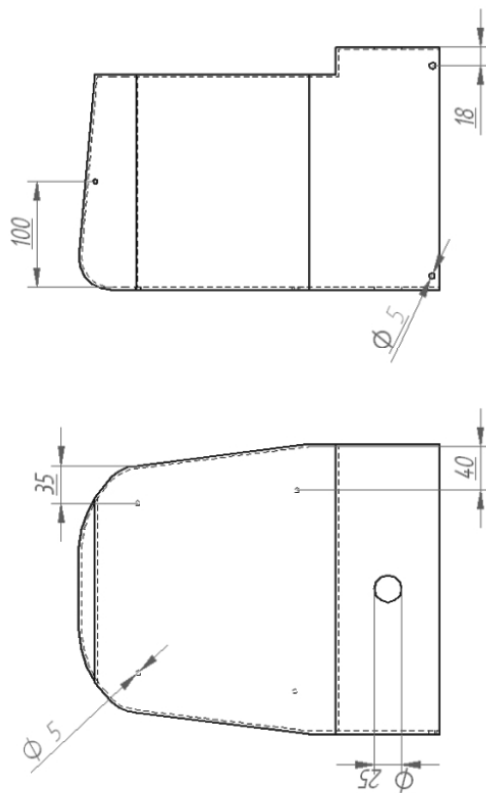
humedad luego de un tiempo suficientemente largo, supuesto infinito, se considera como su humedad al equilibrio, que es el contenido de humedad mínimo para una humedad de aire determinada. Este valor se expresa en lb de H<sub>2</sub>O por lb de sólido seco, o bien Kg. Este tipo de datos suele estar tabulado en manuales específicos para cada material, no obstante, para materiales biológicos, estos datos suelen tomarse experimentalmente, lo cual no supone una técnica en exceso complicada, sino todo lo contrario, intuitiva. A toda humedad que sobrepase la humedad en equilibrio, se le considera la humedad libre, que es la que obviamente puede ser removida aún del sólido. Nótese que esta temperatura de equilibrio, depende únicamente o casi solo de las propiedades del gas, es decir, humedad relativa, temperaturas de bulbo húmedo y seco, entalpía, etc. Gráfica de secado



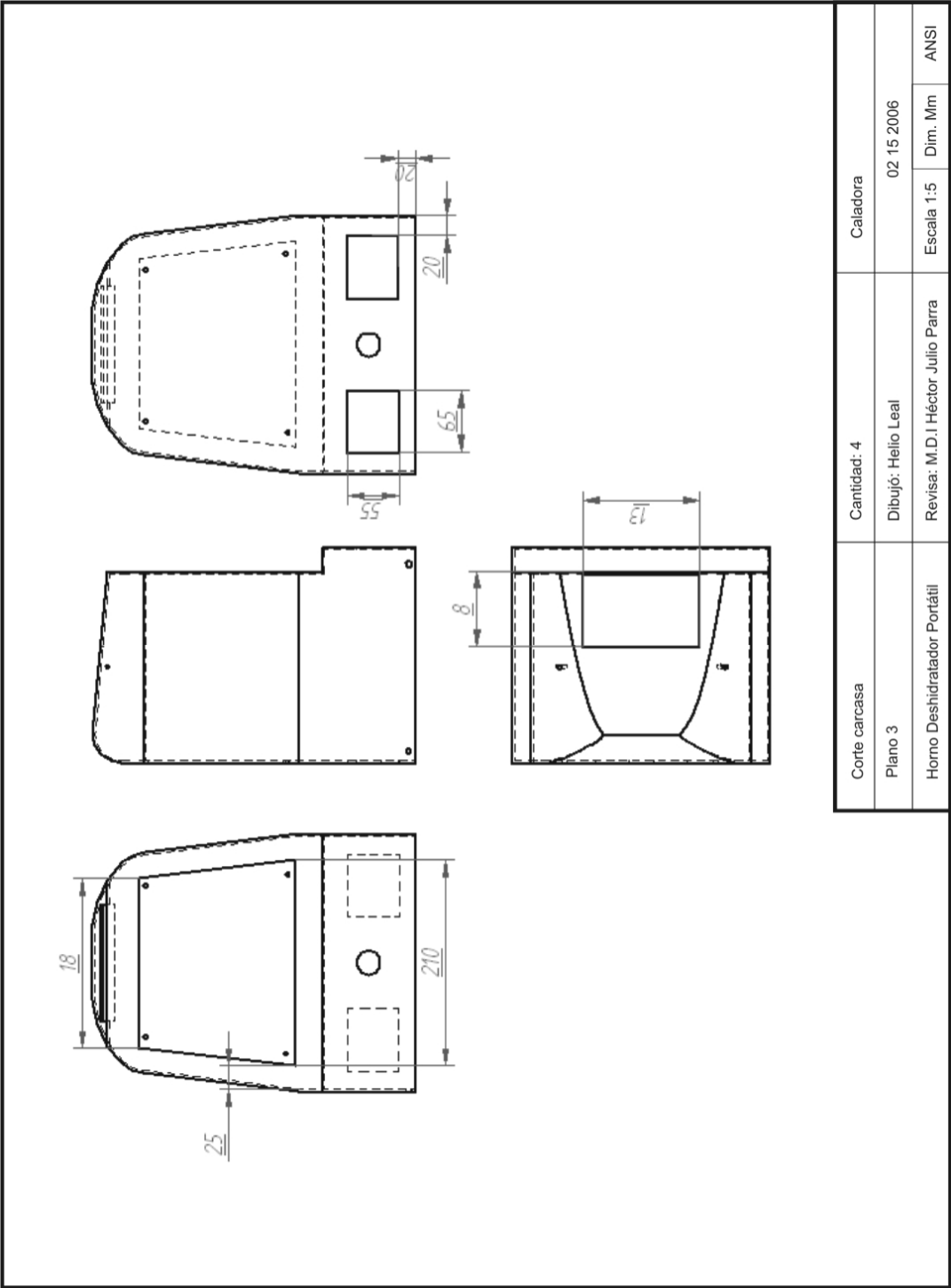
Se ha dividido la gráfica en 4 segmentos, se puede observar que en la primera etapa la velocidad de secado es creciente, en forma exponencial, es decir, que en este punto la eficiencia del secado es sumamente alto. Una vez, se prosigue, se crece en forma lineal, en este punto en secado sigue acelerando, pero ya no en la misma proporción que solía ser en la parte exponencial. Finalmente se llega a un tramo en que la velocidad de secado es constante, aquí no hay que confundir los términos, puesto que la velocidad de secado no decrece, pero dejó de crecer, es decir, la gráfica de la aceleración de secado, sería creciente en el primer segmento, constante en el segundo y en este sería cero, finalmente sería negativa en el área de velocidad decreciente.

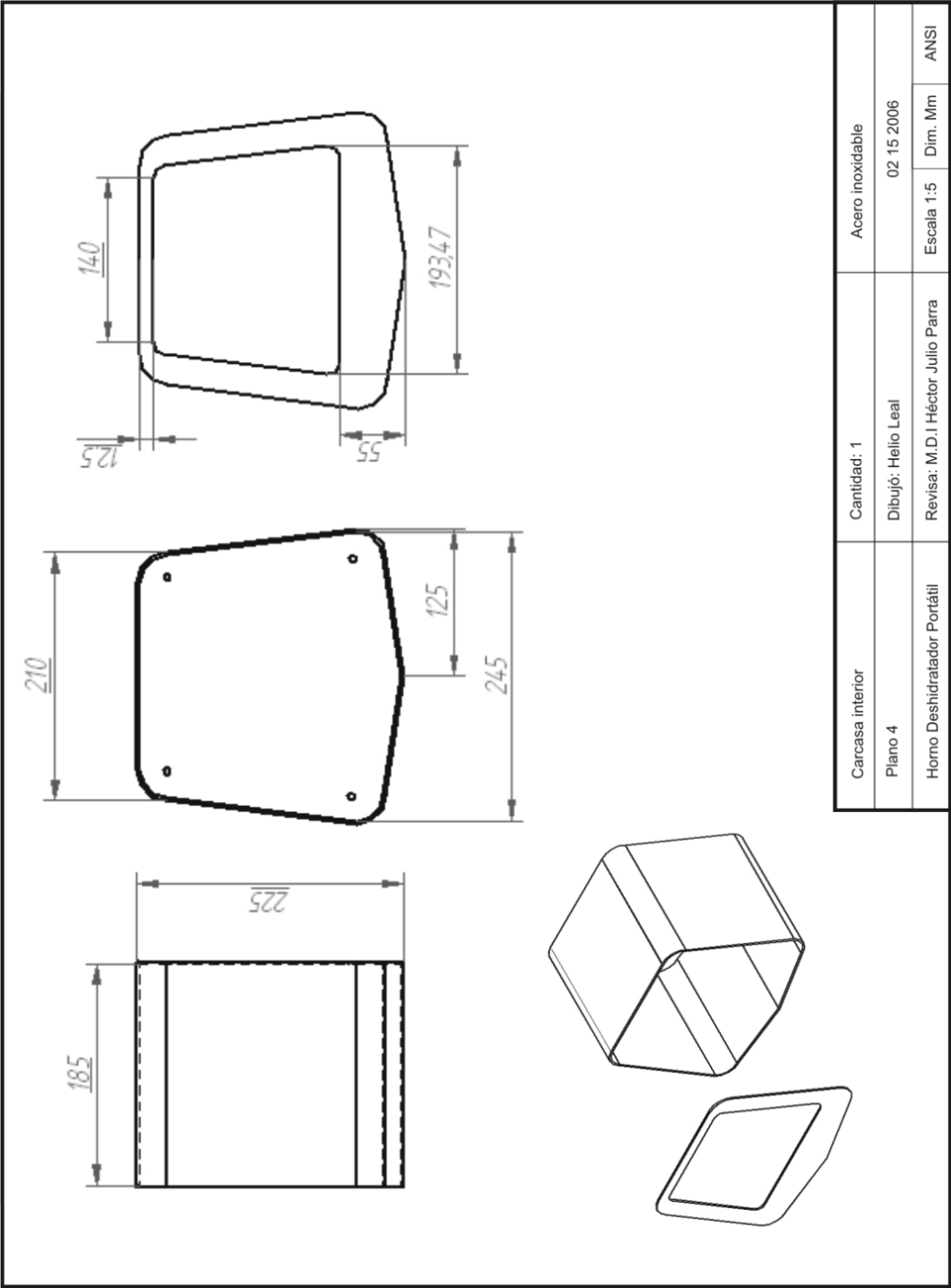
## Anexo G. Planos Técnicos.

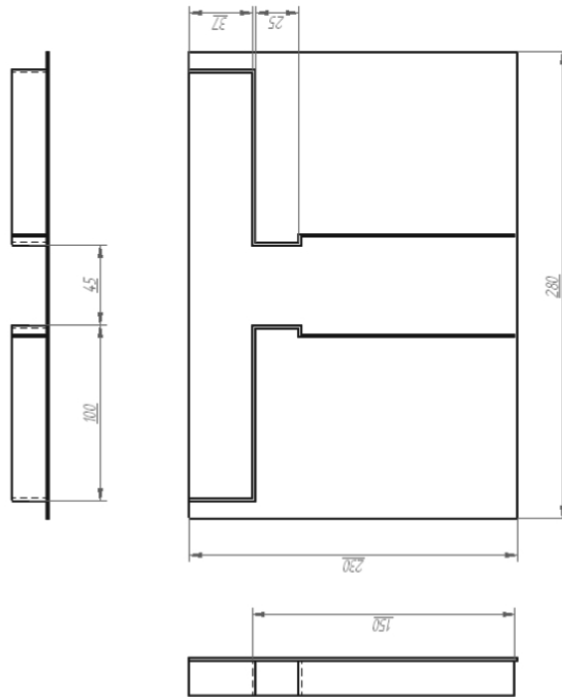




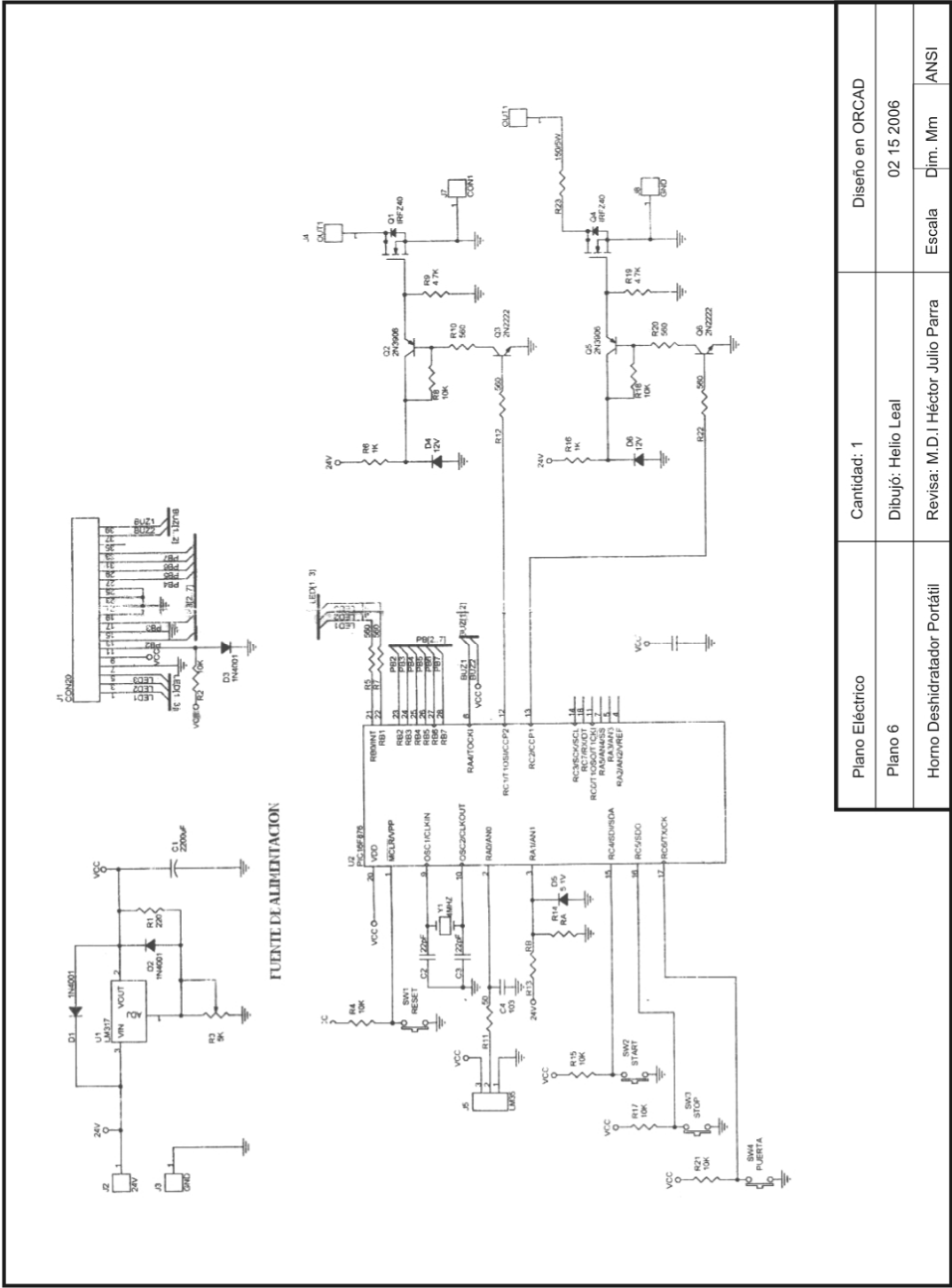
|                              |                                  |                       |
|------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Perforado carcasa            | Cantidad: 12                     | Brocas: 1/8, 1/4, 1/2 |
| Plano 2                      | Dibujó: Helio Leal               | 02 15 2006            |
| Horno Deshidratador Portátil | Revisa: M.D.I Héctor Julio Parra | Escala 1:5            |
|                              |                                  | Dim. Mm               |
|                              |                                  | ANSI                  |







|                              |                                  |                    |         |      |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------|---------|------|
| Estructura externa           | Cantidad: 1                      | Lámina de Aluminio |         |      |
| Plano 5                      | Dibujó: Hello Leal               | 02 15 2006         |         |      |
| Horno Deshidratador Portátil | Revisa: M.D.I Héctor Julio Parra | Escala 1:5         | Dim. Mm | ANSI |



|                              |                                  |                     |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Plano Eléctrico              | Cantidad: 1                      | Diseño en ORCAD     |
| Plano 6                      | Dibujó: Helio Leal               | 02 15 2006          |
| Horno Deshidratador Portátil | Revisa: M.D.I Héctor Julio Parra | Escala Dim. Mm ANSI |