



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

**Evaluación de la eficiencia del deshidratador
solar de la UNA y propuesta de planes para
su buen desempeño**

Autor

Br. Jeffry Antonio valverde

Asesor

Ing. Yader Mayquel Barrera Rivera

Managua, Nicaragua

Noviembre 2021



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

**Evaluación de la eficiencia del deshidratador solar
de la UNA y propuesta de planes para su buen
desempeño**

Autor

Br. Jeffrey Antonio Valverde

Asesor

Ing. Yader Mayquel Barrera Rivera

Managua, Nicaragua

Noviembre 2021

Este trabajo de graduación fue evaluado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la facultad y/o director de sede Central como requisito parcial para optar al título profesional con el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Miembros del Honorable Comité Evaluador

Msc. Álvaro Martínez

Presidente.

Msc. Rebeca González

secretaria.

Ing. Tomasa Hernández

vocal.

Lugar y fecha (día/mes/año): Managua 5 de noviembre de 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXO.....	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo general.....	13
2.2. Objetivos específicos	13
III. HIPÓTESIS	14
3.1. Hipótesis nula (Ho).....	14
3.2. Hipótesis alternativa (Ha)	14
IV. MARCO DE REFERENCIA.....	15
4.1. Energía solar térmica	15
4.2. Deshidratador Solar	15
4.2.1. Deshidratador de circulación forzada.....	16
4.3. Planes necesarios en deshidratadores solares de alimentos.	18
4.3.1 Plan de mantenimiento	18
4.3.2. Plan de inocuidad	19
V. METODOLOGÍA	21
5.1. Ubicación del área de estudio	21
5.2. Condiciones Climáticas	22
5.3. Caracterización del deshidratador solar de LIDER	23
5.3.1. Caracterización del área del colector solar	23
5.3.2. Balance energético en el área del colector solar.....	24
5.3.3. Descripción del almacén de calor.....	26
5.3.4. Descripción del sistema de ventilación por circulación forzada	26
5.3.5. Caracterización de las cámaras de deshidratación	26
5.3.6. Sistema de monitoreo y control.....	26
5.4.1. Propuesta de planes.....	27
VI. RESULTADOS.....	28

6.1.	Caracterización del colector.....	28
6.2.	Evaluación del estado actual de los colectores solares de placa plana	29
6.3.	Caracterización del almacén de calor	31
6.3.1.	Elementos que componen el almacén de calor.....	31
6.4.	Caracterización del sistema de circulación forzada.....	32
6.5.	Caracterización de las cámaras de deshidratación.....	33
6.5.1.	Evaluación del estado actual de las cámaras de deshidratación.....	34
6.6.	Eficiencia del deshidratador solar del Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables (LIDER-UNA)	34
6.7.	Eficiencia del sistema de las cámaras de deshidratación.....	35
6.8.	Variaciones de temperaturas de entrada y salida en relación de la radiación solar.....	38
6.9.	Irradiación solar	41
6.10.	Temperatura ambiente.....	42
6.11.	Temperatura almacén de calor	43
6.12.	Diferencia de temperaturas en la parte alta y baja del colector solar.....	43
6.13.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA PLANTA DESHIDRATADORA LIDER-UNA.....	45
I.	OBJETO.....	46
II.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	47
2.1.	Área efectiva de los colectores solares	47
2.1.1.	Limpieza general	47
2.1.2.	Lámina de vidrio	47
2.1.3.	Placa absorbedora.....	47
2.1.4.	Base de madera.....	47
2.1.5.	Carcasa metálica del área efectiva de captación solar.....	48
2.1.6.	Pilares de soporte estructural.....	48
2.1.7.	Aislamiento térmico	48
2.1.8.	Circuito de fluido térmico	49
2.2.	Almacén de calor	49
2.2.1.	Estructura metálica.....	49
2.2.2.	Aislamiento térmico	49
2.2.3.	Piedra bolón.....	50
2.2.4.	Ventiladores	50

2.3. Sistema de circulación forzada	50
2.3.1. Ventiladores	50
2.3.2. Ductos.....	51
2.4. Cámaras de deshidratación	51
4.4.1. Limpieza.....	51
2.4.2. Exterior de madera	51
2.4.3. Interior forrado en acero inoxidable.....	51
III. PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	52
IV. BIBLIOGRAFÍA.....	55
6.14. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARES DE SANEAMIENTO (POES) 56	
I. IDENTIFICACIÓN DE LA PLANTA.....	57
II. MARCO JURÍDICO.....	58
III. INTRODUCCIÓN.....	59
IV. MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS	60
4.1. Procedimientos para entrar el área de manipulación de alimentos	60
4.2. Requisitos sanitarios para la manipulación de alimentos	61
4.3. Agua potable para el uso en la fruta a deshidratar	61
4.3.1. Periodo de monitoreo	61
4.3.2. Acciones correctivas.....	62
4.4. Equipos de la planta.....	62
4.5. Vestimenta	62
V. PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL EQUIPO Y LA INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA PROCESADORA	64
5.1. Equipos	64
5.2. Áreas	67
VI. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN CRUZADA.....	68
6.1. Prácticas de higiene de los operarios para evitar la contaminación.....	68
6.2. Materias primas y empaques.....	68
6.3. Categorización de las áreas de acuerdo a los riesgos de contaminación	69
6.4. Acciones preventivas	69
6.4.1. Comportamiento del personal	69
6.6. Procedimientos de limpieza y desinfección.....	70

6.6.1. Calzado (botas de hule).....	70
6.6.2. Manos de los manipuladores.....	70
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	71
VIII. ANEXO.....	72
6.15. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS DE CONTROL HACCP.....	73
I. IDENTIFICACIÓN DE LA PLANTA.....	74
1.2. Línea de producción y comercialización.....	74
1.3. Mercado.....	75
II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE PLANOS.....	75
2.1. Áreas verdes y construidas alrededor de la planta.....	75
III. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA PLANTA.....	75
IV. EQUIPO HACCP.....	76
4.1. Integrantes del equipo HACCP.....	76
V. FICHA TÉCNICA DE LOS PRODUCTOS.....	76
VI. FLUJOGRAMA DE LOS PRODUCTOS.....	77
6.1. Flujogramas de los productos agrícolas sin valor agregado.....	77
6.1.1. Recepción.....	77
6.1.2. Traslado.....	77
6.1.3. Descarga.....	78
6.1.4. Selección.....	78
6.1.5. Limpieza.....	78
6.1.6. Descascarado.....	78
6.1.7. Cortado.....	78
6.1.8. Pesado.....	79
6.1.9. Deshidratado.....	79
6.1.10. Enfriamiento.....	79
6.1.11. Empaque.....	79
VII. EVALUACIÓN DE PELIGROS Y ANÁLISIS DE RIESGOS.....	79
7.1. Estableciendo índice de criterio.....	79
7.1.2. Categorización de riesgos: Biológico (B), Físico (F) y Químico (Q).....	79
7.1.3. Interpretación de resultados.....	80
VIII. DETERMINACIÓN DE UN PUNTO CRÍTICO DE CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO.....	81

IX. ANÁLISIS DE RIESGOS.....	82
X. PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL	83
XI. SISTEMA DE VERIFICACIÓN	83
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	84
VII. CONCLUSIÓN.....	85
VIII. RECOMENDACIONES	86
IX. BIBLIOGRAFIA.....	87
X. ANEXOS	89

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Evaluación del estado actual de las partes del colector solar.	23
Cuadro 3. Evaluación del estado actual de las partes del almacén de calor	32
Cuadro 4. Evaluación del estado actual de los componentes del sistema de circulación forzada.....	33
Cuadro 5. Evaluación del estado actual de las cámaras de deshidratación	34

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Ubicación de la Planta Deshidratadora Solar en el LIDER-UNA.	21
Figura 2. Mapa de radiación solar sobre un plano horizontal para Nicaragua.	22
Figura 3. Área del colector solar LIDER-UNA.....	28
Figura 4. Orientación para estructuras solares	29
Figura 5. Vista de perfil del almacén de calor.....	31
Figura 6. Piedra bolón empleada en el almacén de calor	32
Figura 7. Ductos de conducción de aire caliente.....	33
Figura 8. Calor útil por día	35
Figura 9. Eficiencia de la cámara 1	36
Figura 10. Eficiencia de la cámara 4	36
Figura 11. Eficiencia de la cámara 2	37
Figura 12. Eficiencia de la cámara 3	37
Figura 13. Eficiencia de la cámara 5	38
Figura 14. Variación de T_e y T_s respecto a R en cámara 1	39
Figura 15. Variación de T_e y T_s respecto a R en cámara 2.....	39
Figura 16. Variación de T_e y T_s respecto a R en cámara 3.....	40
Figura 17. Variación de T_e y T_s respecto a R en cámara 4.....	40
Figura 18 Variación de T_e y T_s respecto a R en cámara 5.....	41
Figura 19 Curva de irradiancia solar para los días 4,5 y 18	42
Figura 20. Temperatura ambiente durante los días 4, 5 y 18.....	42
Figura 21. Temperatura del almacén de calor para los días 4, 5 y 18	43
Figura 22. Diferencias de temperaturas de la parte baja y alta del colector solar	44

ÍNDICE DE ANEXO

ANEXO	PÁGINA
Anexo 1. Plano de acceso a la planta.....	72
Anexo 2. Planta arquitectónica deshidratadora LIDER-UNA.....	89
Anexo 3. Tabla Excel del cálculo de eficiencia.....	90

RESUMEN

El siguiente trabajo investigativo se realizó en el Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables de la Universidad Nacional Agraria (LIDER-UNA), ubicado en el kilómetro 12.5 carretera norte, durante el periodo abril 2019- junio 2021. El objetivo de esta investigación fue evaluar la eficiencia de la planta deshidratadora del mismo, para ello fue necesario el monitoreo de variables termodinámicas tales como: irradiancia solar, temperatura externa del laboratorio, temperatura de ductos de movimiento para masas de aire caliente y las temperaturas tanto de las cámaras de deshidratación como las del almacén de calor y colector solar, así como la determinación de los parámetros termodinámicos del proceso de transferencia de calor del sistema de la planta deshidratadora. El procesamiento de estos datos permitieron determinar la correcta eficiencia de toda la planta ya que el análisis de datos matemáticos respaldaron los modelos termodinámicos que se ajustaron a las variables que fueron tomadas para evaluar su comportamiento, además de esto se logró la caracterización de toda la planta a través de la inspección visual técnica, proporcionando una caracterización física de las instalaciones, lo que genero la propuesta de planes para implementar mejoras a la planta. A su vez se generaron propuestas de planes de mantenimiento, de inocuidad alimenticia y de operaciones.

Palabras clave: eficiencia energética, Irradiancia, Gasto Masico, Transferencia de Calor.

ABSTRACT

The following research work was carried out in the laboratory of innovation and development of renewable energies of the National Agrarian University (LIDER-UNA), located at kilometer 12.5 north road, during the period april 2019- june 2021. The objective of this research was to evaluate the efficiency of the dehydration plant of the same, for this it was necessary to monitor thermodynamic variables such as: solar irradiance, external temperature of the laboratory, temperature of movement ducts for hot air masses and temperatures of both the dehydration chambers such as those of the heat store and solar collector, as well as the determination of thermodynamic parameters of the heat transfer process of the dehydrating plant system. The processing of this data allowed to determine the correct efficiency of the entire plant since the analysis of mathematical data supported thermodynamic models that were adjusted to the variables that were taken to evaluate their behavior, in addition to this, the characterization of the entire plant was achieved through the technical visual inspection, providing a physical characterization of the facilities, which generated the proposal of plans to implement improvements to the plant. providing a physical characterization of the facilities, which generated the proposal of plans to implement improvements to the plant.

Keywords: energy efficiency, Irradiance, Mass Expenditure, Heat Transfer.

I. INTRODUCCIÓN

La deshidratación o el secado es una de las técnicas más utilizadas para la conservación de alimentos a través de la historia. “Muy antiguamente se secaban al sol alimentos como frutas, granos, vegetales, carnes y pescados, mediante prueba y error para tener alimentos en épocas de escasez” (De Michelis y Ohaco 2014, p, 4).

La deshidratación de alimentos permite al producto a deshidratar adquirir diferentes características tanto en intensidad de sabor como en texturas, pero su principal propósito es extender la duración de estos por la reducción del agua contenida en ellos; de esta forma se inhibe el crecimiento microbiano y la actividad enzimática, pero la temperatura del proceso es generalmente insuficiente para causar su inactivación (Espinoza, 2016 como se citó Galaviz et al, 2017).

Para lograr la deshidratación de calidad se necesita aire caliente que este en contacto con el producto fresco para liberar el agua en forma de vapor. En Nicaragua, se han desarrollado tecnologías para la deshidratación de diversos productos agrícolas para comercializar en mercados internacionales. La mayor parte de las tecnologías para la deshidratación utilizan energía eléctrica en todo el proceso, lo que muchas veces representa un alto costo en consumo eléctrico. Existen diversas alternativas tecnológicas para la deshidratación, entre ellas solar térmica; sin embargo, no estamos desarrollando tecnologías locales eficientes y de bajo costo.

El laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables (LIDER-UNA) cuenta con una planta deshidratadora solar compuesta por colectores solares de placa plana, sistemas de almacenamiento térmico, ductos de aire caliente, sistema de circulación forzada y sistema de cámaras de deshidratación. Dicho deshidratador fue instalado en la Universidad Nacional Agraria (UNA), por la empresa CONA SOLAR a través de la Cooperación Austríaca. Sin embargo, esta planta no cuenta con un análisis de eficiencia en cuanto a transferencia de calor en su proceso de producción, por lo que esta investigación pretende realizar un análisis de los componentes del sistema y estimar la eficiencia de las cámaras de deshidratación.

Este trabajo tiene como propósito realizar un análisis de eficiencia de la planta, generar una propuesta de un plan de mantenimiento que garantice mayor vida útil a la planta y un plan de inocuidad para garantizar productos de alta calidad y que puedan ser competitivos en mercados locales e internacionales.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar la eficiencia de la planta deshidratadora solar de LIDER, con el fin de generar una propuesta de planes de mejoras.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar la transferencia de calor en los componentes de la planta de deshidratación para determinar su eficiencia.
- Generar una propuesta de Procedimientos Operativos Estándares de Saneamiento y Plan de Mantenimiento para la creación de protocolos funcionales de uso propiamente para la planta deshidratadora LIDER-UNA.
- Proponer un Plan de Análisis de Peligros y Puntos de Control HACCP para el proceso de producción de la planta.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis nula (H₀)

El deshidratador solar a circulación forzada ubicado en el Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables (LIDER) es no eficiente de acuerdo a su captación y entrega de energía térmica.

3.2. Hipótesis alternativa (H_a)

El deshidratador solar a circulación forzada ubicado en el Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables (LIDER) es eficiente de acuerdo a su captación y entrega de energía térmica.

IV. MARCO DE REFERENCIA

4.1. Energía solar térmica

La Energía Solar Térmica (EST), es un método en el que se transforma la energía radiante del sol en calor, que sirve para la producción de: agua caliente destinada al consumo doméstico, agua caliente sanitaria, calefacción o para la producción de energía mecánica y a partir de ella, electricidad. El lugar donde tiene lugar la transformación de energía radiante en calor recibe el nombre de captador solar (Sánchez, 2008).

4.2. Deshidratador Solar

Un deshidratador solar es aquel que utiliza la radiación solar que llega a la tierra para eliminar la humedad de los productos, calentando un fluido, bajándole su humedad relativa y elevando su temperatura para que este el agente secante que extraiga la humedad del producto a secar por el cual este pasara, (Fito et al, 2001).

Existen diferentes formas de conseguir un deshidratador solar pero todas ellas están compuestas de dos elementos básicos:

- **El colector:** habitáculo donde la radiación solar calienta su interior, aire y/o producto.
- **Cámara de secado:** circula el aire y seca el producto expuesto.

Según la distribución de los elementos comentados anteriormente se definen tres tipos de secador solar:

- **Deshidratador solar indirecto:** los dos elementos están separados, la irradiancia solar calienta el aire del colector que pasa a la cámara de secado no incide la radiación solar.
- **Deshidratador solar directo:** el colector y la cámara de secado son el mismo elemento, de esta manera, la irradiancia solar incide directamente sobre el producto a secar, resultando más efectiva la evaporación del agua.

- **Deshidratador solar mixto:** en este caso la colección de la irradiancia solar se realiza tanto en el colector como en la cámara de secado. (Manual tecnología para la transformación agropecuaria).

4.2.1. Deshidratador de circulación forzada

Forma parte de la categoría de deshidratadores solares indirectos, los cuales necesitan una las masas de aire caliente son movidas por medio de una serie de ventiladores alimentados por energía eléctrica. (Cipriano, 2006).

Partes de un deshidratador solar a circulación forzada.

- **Colector solar**

Tiene el propósito de convertir la radiación solar en calor y transfiere este calor a un fluido que circula por el convertidor. Son mecanismos utilizados para reunir, impregnar y transferir energía solar a un fluido, que puede ser agua o aire. Las partes de un colector solar son las siguientes:

- **Carcasa:** aloja al conjunto de componentes que constituyen el colector. Cumple Una función importante que es asegurar la estanquidad del colector.
- **Placa absorbadora:** intercepta la irradiación solar que deja pasar por la cubierta y la transforma en calor.
- **Aislamiento térmico:** cumple la función de disminuir la pérdida de calor desde el convertidor hasta el ambiente que lo rodea.
- **Circuito del fluido:** aquí el calor se propaga d acuerdo con la diferencia de temperaturas: primero a través de la placa del convertidor hasta alcanzar la zona de unión entre la placa y la tubería que conduce al fluido, la unión entre la tubería y la placa suele

hacerse por soldadura en toda la longitud del tubo, o por puntos, es importante que la unión sea metálica en toda la longitud de la tubería para que la transferencia de calor se realice a través de una superficie de alta conductividad térmica.

➤ **Cubierta:** la cubierta del colector es transparente y cumple una doble misión. La primera, atenuar las pérdidas de calor del convertidor impidiendo, en lo posible, el paso de las radiaciones que este emite y la segunda, evitar que el aire exterior este en contacto con el convertidor y provoque perdidas por transferencia de calor por convección.

➤ **Curva de rendimiento de colectores solares:** En el funcionamiento de un colector intervienen además de la fuente de energía, la geometría, los materiales, la tecnología, el proceso térmico y meteorología. Por lo tanto, el rendimiento dependerá de todos estos factores. Su cálculo depende del tipo de colector, de la aplicación (proceso), de las fluctuaciones de la radiación solar y de las condiciones ambientales. No tienen un valor constante.

➤ **Sistema de ventilación**

Es uno de los componentes principales en los equipos de secado con convección forzada, el cual tiene la capacidad de suministrar determinado flujo de aire dependiendo de las condiciones requeridas para el proceso (alimento a secar, tiempo de secado, cantidad de alimento, etc.). El circuito del fluido de transporte debe ser lo más corto posible y ofrecer la menor resistencia térmica para que la transferencia de calor sea la máxima. Este sistema debe tener una fuente de alimentación que puede ser eléctrica o mecánica.

➤ **Cámaras de deshidratación**

La cámara de secado o deshidratación está constituida por un compartimento que permite la ejecución de procesos de transferencia de masa y calor para la obtención de alimentos deshidratados, su función es el secado de los alimentos y se lleva a cabo por circulación de

aire caliente proveniente del colector solar, a través de las bandejas que contienen los productos a secar (Almanza y Muñoz, 1994 como se citó en Ivars et al, 2017; Moreno 2000).

Parámetros técnicos de un deshidratador solar

Los parámetros técnicos de un deshidratador se basan en los siguientes conceptos:

- El área de transferencia de calor debe ser lo suficientemente grande.
- La velocidad del aire es moderadamente elevada para favorecer la transferencia de calor en el aire.
- Mantener un espacio óptimo de separación entre bandejas.
- La uniformidad de la materia prima y su espesor, además de la higiene del equipo y control de parámetros que permita tener un producto de calidad.
- Facilidad de construcción, instalación y mantenimiento del equipo.
- Condiciones climáticas.

4.3. Planes necesarios en deshidratadores solares de alimentos.

4.3.1 Plan de mantenimiento

Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. Este plan de mantenimiento se puede contener diversos tipos de mantenimiento, entre los que destacan:

Mantenimiento Correctivo: Según Medina (sf), es la acción de carácter puntual a raíz de uso, agotamiento de la vida útil y otros factores externos, de componentes, partes, pizas, materiales y en general, de los elementos que constituyen la infraestructura o planta física, permitiendo su recuperación, restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento.

Mantenimiento Predictivo: Según Cuartas (sf), consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticipar la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción.

Según Sanáis (sf), consiste en realizar mediciones periódicas de algunas variables físicas relevantes de cada equipo mediante sensores adecuados y, con los datos obtenidos se puede evaluar el estado de confiabilidad del equipo.

4.3.2. Plan de inocuidad

Es un sistema de inocuidad y calidad que enfatiza en el control de materias primas, procesos y productos mediante ensayos físicos, químicos y biológicos realizados en laboratorios. El control de los procesos productivos se realiza mediante la aplicación de técnicas estadísticas y efectuando mantenimiento y control de los equipos utilizados en los procesos (Ablan,1999 como se citó en Mercado, 2007).

Parámetros técnicos

- Planificación.
- Prerrequisitos.
- Buenas prácticas de manufactura.

Normativas nacionales e internacionales

A. Norma internacional ISO 22000

Sistema de administración de la inocuidad/seguridad de los alimentos-requerimientos para cualquier organización en la cadena alimentaria. Se enfoca en los procesos de desarrollo de un SAIA (Sistema de Administración de la Inocuidad de los Alimentos) y la mejorar en su efectividad para aumentar la elaboración de productos y servicios inocuos al mismo tiempo que se cumplen los requerimientos aplicables que permiten una organización que esta directa

o indirectamente involucrada en la operación, evaluación cumplimiento y comunicación en la cadena alimentaria.

B. Codex Alimentarios

El Codex Alimentarius es una colección de normas alimentarias y textos afines aceptados internacionalmente y presentados de un modo uniforme. El objeto de estas normas alimentarias y textos afines es proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el comercio de alimentos. La finalidad de su publicación es que oriente y fomente la elaboración y establecimiento de definiciones y requisitos aplicables a los alimentos para favorecer su armonización y, de esta forma, facilitar el comercio internacional (FAO, 2021).

V. METODOLOGÍA

5.1. Ubicación del área de estudio

La investigación, se ejecutó en la Planta Deshidratadora Solar del Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables (LIDER) en la Universidad Nacional Agraria (UNA). Ubicada en el kilómetro 12.5 carretera panamericana norte. Localizado en las coordenadas N 12° 08' 53 ' y 86° 09' 40 ' W o en sistema de Coordenadas Projectadas UTM Zona 16P 591273 1343066.

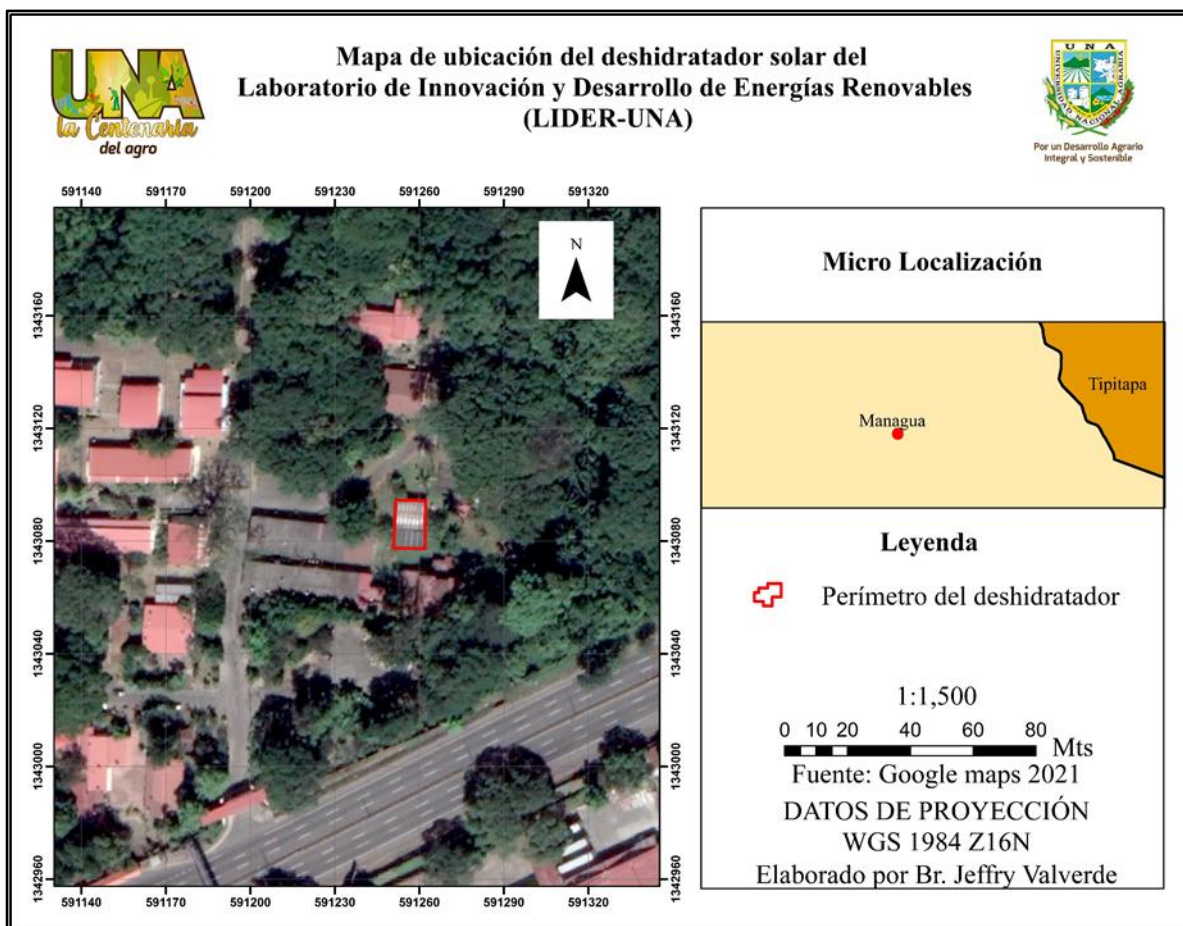


Figura 1. Ubicación de la Planta Deshidratadora Solar en el LIDER-UNA.

5.2. Condiciones Climáticas

El sitio donde se encuentra la planta está a una altitud de 62 msnm, presenta temperatura promedio de 27° C, con precipitación promedio anual de 1000-1500mm. (INETER 2013). Y Radiación solar promedio superior a 6.8 KWhr/m² (weatherspark).



Figura 2. Mapa de radiación solar sobre un plano horizontal para Nicaragua.

En el techo del edificio de la planta deshidratadora se cuenta con un piranómetro de una estación Weather Station (VAISALA), ubicado a un plano inclinado de 15°, tomando como referencia cálculos de la declinación solar de la tierra en la ubicación de LIDER. Este equipo nos permitió obtener los valores de la irradiancia solar incidente sobre el área solar de la planta deshidratadora.

5.3. Caracterización del deshidratador solar de LIDER

Se caracterizaron los componentes de la planta deshidratadora, con el fin realizar el análisis preciso de la eficiencia y proponer acciones de mejora para un correcto funcionamiento y aprovechamiento de la energía.

5.3.1. Caracterización del área del colector solar

Estimación de la capacidad de generación de energía y validación de la ubicación e inclinación del colector según las especificaciones suministradas para las estructuras solares estáticas la cual es de entre 12 y 15 grados de inclinación, orientados norte-sur. Esto incluye:

- Medición del área solar
- Estimación del área de colector y conteo del número de colectores
- Valoración la estructura interna y externa del colector,
- Inspección de sus componentes para determinar su estado actual.

Para la evaluar del estado actual se utilizó el siguiente formato:

Universidad Nacional Agraria.
Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables
(LIDER-UNA).

Cuadro 1. Evaluación del estado actual de las partes del colector solar.

Descripción del componente.	Estado actual.		Observaciones.
	Bueno.	Malo.	

5.3.2. Balance energético en el área del colector solar

Cálculo de balance eficiencia

Duffie & Beckman (2013) proponen la siguiente ecuación para el cálculo de balance energético:

$$n = \frac{Q_u}{A * R}$$

Donde n: eficiencia.

Q_u , es el calor útil.

A, es el área total del colector donde se genera el calor que es transportado a las cámaras de deshidratación.

R, es la radiación emitida por el sol que incide durante el día.

Cálculo del calor útil

Duffie & Beckman (2013) proponen la siguiente ecuación para calcular el calor útil:

$$Q_u = GM * V(T_s - T_a)$$

Donde GM es el gasto másico.

V, es el volumen de la cámara.

T_s , es la temperatura de salida del colector a la cámara de deshidratación.

T_a , es la temperatura ambiente.

Gráfico de la eficiencia

Duffie & Beckman (2013) proponen la siguiente ecuación para mostrar la relación que existe entre la eficiencia y el diferencial de temperatura según la irradiancia del sitio.

$$(T_s - T_e) / R$$

Donde:

T_s , es la temperatura de salida del colector.

T_e , es la temperatura de entrada a las cámaras.

R , es la radiación.

Cálculo de gasto másico

La velocidad del cambio de energía interna en el colector du/dt , es despreciable en relación al calor útil y al perdido durante el proceso Q_L . El calor útil depende del caudal másico m_{fluido} del fluido. Duffie & Beckman (2013)

$$GM = G_{fluido} * \rho_{fluido}$$

Siendo GM: Gasto Másico

G_{fluido} : Volumen de Fluido

ρ_{fluido} : Densidad del fluido.

5.3.3. Descripción del almacén de calor

La descripción se realizó mediante la inspección técnica de la posición específica del almacén, estimación de sus dimensiones, así como caracterización de los diferentes materiales tanto internos como externos que lo componen. Con esta información se determinó el estado actual en el que se encuentran los mismos, y brindar las recomendaciones para su mejora (ver plan de mantenimiento).

5.3.4. Descripción del sistema de ventilación por circulación forzada

Descripción de los componentes que constituyen el sistema.

- Ventiladores (consumo eléctrico en w/h), volumen de aire caliente y estado actual.
- Ductos para el transporte de aire caliente
- Sistema eléctrico (presencia de averías).

5.3.5. Caracterización de las cámaras de deshidratación

- Determinación de volumen (m^3) de las cámaras ($L*A*H$).
- Reconocimiento del modelo de las cámaras y sus especificaciones técnicas brindadas por el constructor.
- Inspección para identificar materiales utilizados para su construcción y estado actual.
- Cada cámara cuenta con un termohigrómetro instalado, del cual se constató su correcto funcionamiento electrónico y calibración.

5.3.6. Sistema de monitoreo y control

La planta deshidratadora consta de un sistema de monitoreo con sensores de temperatura acoplados en el área de colector, del almacén de calor y temperatura ambiente. Estas mediciones fueron comparadas con mediciones de temperatura utilizando un termómetro laser.

5.4.1. Propuesta de planes

Plan operativo

Se elaboró una propuesta de prerequisites y requisitos que se deberán implementar durante la operación de la planta deshidratadora en su conjunto, con la finalidad de establecer una serie de protocolos adecuados en cada una de las áreas operacionales tanto para el personal interno y externo, y que aplique para los productos que se manejan en la planta.

Plan de mantenimiento

Se elaboró una caracterización de los componentes de la planta para saber sobre los requerimientos de materiales, tomando en cuenta las condiciones actuales y tiempo de vida de los mismos. La finalidad es realizar mantenimiento de la planta tomando en cuenta los requerimientos de materiales, el tiempo adecuado y la programación de costos; esto permitirá garantizar mayor vida útil de la planta deshidratadora.

Plan de Inocuidad

Se elaboró una propuesta en base a una serie de requisitos antes, durante y después de la producción para cumplir con la normativa internacional para los productos deshidratados, las variables a medir para la elaboración de esta propuesta son: condiciones de la instalación, estado de los productos antes de ser deshidratados, equipo de protección, equipo de higiene, formas y continuidad de limpieza de los equipos de deshidratación y aseo de la instalación.

VI. RESULTADOS

6.1. Caracterización del colector

El área de colector es de 48m² distribuidos en 24 colectores solares de placa plana con dimensiones de 1x2m. Esta área solar se encuentra soportada sobre una estructura de madera con columnas tipo H y bigas tipo H. Esta madera es tratada especialmente para estructuras construidas en intemperie, tratadas especialmente para soportar humedad, calor y suciedad. Sin embargo, es necesario realizar labores de mantenimiento cada cierto período (ver Plan de Mantenimiento).

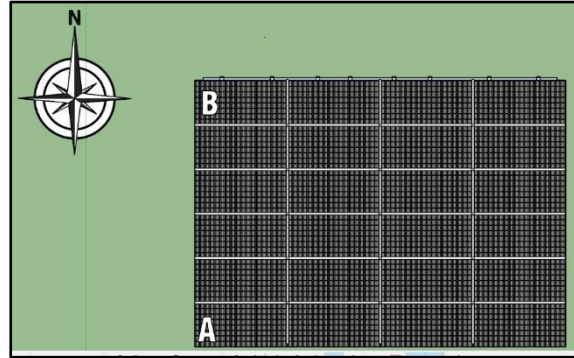


Figura 3. Área del colector solar LIDER-UNA

El área de colector tiene una capacidad de generación de energía de 34.5 kw (datos de fábrica), en energía térmica. Los colectores están ubicados a una inclinación de 14 grados, coincidiendo con la inclinación óptima calculada para paneles o colectores solares en el punto de instalación como se mira en la figura 4. La inclinación calculada estima un ángulo de inclinación entre 12 y 15 grados para infraestructuras solares estáticas como la planta de deshidratación.

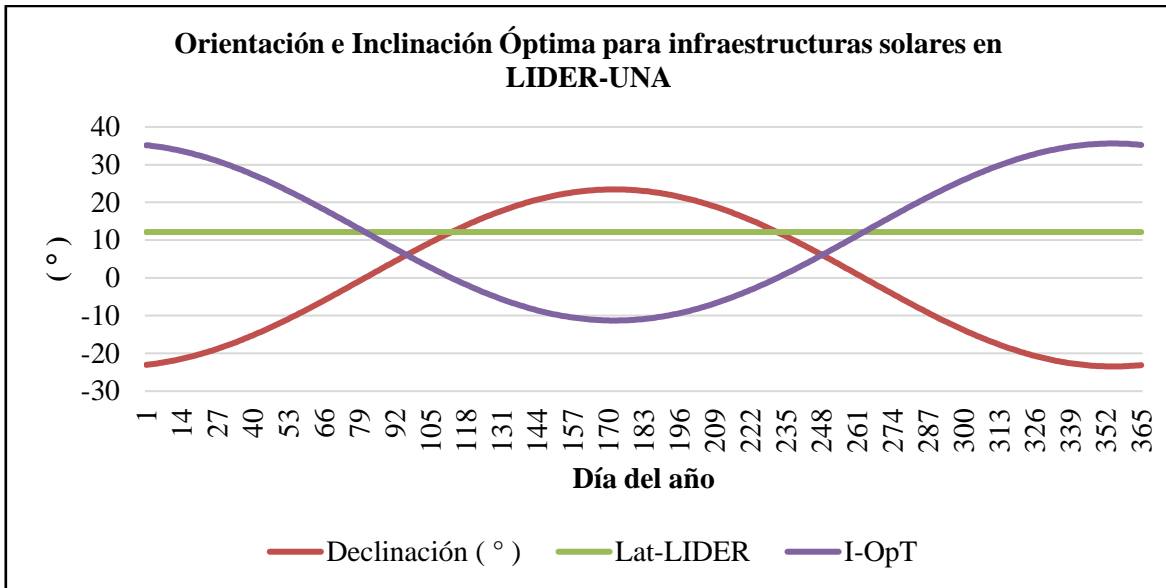


Figura 4. Orientación para estructuras solares

6.2. Evaluación del estado actual de los colectores solares de placa plana

Todos los elementos que componen el colector son modulares, con la finalidad de facilitar la reparación o intercambio de estos, la sola presencia de alteraciones en los módulos será suficiente para situarlo en la casilla en la cual se encuentra marcado en el cuadro 2. A continuación, se presenta un cuadro resumen del estado del área de colector de la planta deshidratadora de LIDER

Cuadro 2. Evaluación del estado actual de las partes del colector solar

Evaluación del estado actual de las partes del colector solar			
Descripción del componente	Estado actual.		Observaciones
	Bueno	Malo	
Lamina de vidrio		x	Presenta manchas que influyen en la luz solar que deja pasar y separadores dañados los cuales permiten fugas de agua al interior del colector.
Placa absorbedora	x		
Base de madera		x	En su mayor parte quebrada y podrida
Carcasa perfil norte		X	Daños generales de pintura y desgaste del material.
Carcasa perfil sur		X	Daños generales de pintura y desgaste del material.
Carcasa perfil este		X	Daños generales de pintura y desgaste del material.
Carcasa perfil oeste.		X	Daños generales de pintura y desgaste del material.
Pilares de soporte estructural		x	En total son 12 pilares los cuales presentan desgaste. En el caso de 4 se recomienda ser sustituidos por estar destruidos
Aislamiento térmico (algunas laminas modulares)		x	Recubrimiento de aluminio de los paneles con daños además Presencia de humedad en todas partes, esto hace ineficaz el aislamiento térmico.
Circuito de fluido térmico propio del colector (5 ductos)			
Ducto central del circuito		x	Presencia de protuberancias en una de las láminas modulares de aislante
Ducto central izquierdo del circuito		x	Presencia de separaciones de 1.5 centímetros en las láminas aislantes
Ducto central derecho del circuito		x	. Presencia de separaciones de 1.5 centímetros en las láminas aislantes
Ducto izquierdo del circuito		x	Presencia de humedad en una de las láminas aislantes.
Ducto derecho del circuito		x	Presencia de humedad en la parte externa de las láminas aislantes y separaciones de 1.5cm entre cada una de ellas
Ductos principales conectados al almacén del calor.			
Ducto izquierdo conectado al almacén de calor		x	2 angulares de aluminio desajustados a sus respectivas laminas aislantes, Deterioro general en la pintura de las cajas de madera conectadas al almacén de calor
Ducto derecho conectado al almacén de calor		x	Presencia de humedad en y oxidación en 4 láminas de aislante. Deterioro general en la pintura de las cajas de madera conectadas al almacén de calor

6.3. Caracterización del almacén de calor

El almacén de calor se encuentra en la parte central-baja de la estructura del colector solar, Está compuesto por una caja de madera especial triplex que sirve como soporte y a la vez aislante térmico. Cuenta con tensores de hierro corrugado de media pulgada ubicados en diagonal para evitar que la caja se deforme. Las dimensiones de la caja son de 3.56m ancho x 2.82m de largo y altura mayor de 1.68m y 1.37m de altura menor ver figura 5.

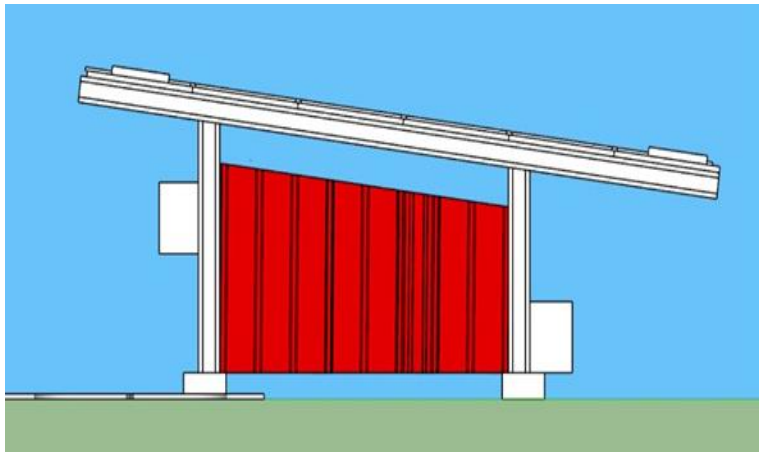


Figura 5. Vista de perfil del almacén de calor

Dentro de la caja se ubican 8 m³ de piedra bolón redondas con diámetro de entre 8 a 12 cm, especialmente de tipo basalto. Su función es la de recibir el aire caliente y almacenar parte del calor que se genera en el área de colector. Este calor es transferido en horas de la noche hacia las cámaras de deshidratación a través de ductos que conectan el colector-almacén de calor-cámaras-salida al exterior. El aire a través de estos ductos es movido por el sistema de circulación forzada. Este almacén de calor permite que la planta funcione 24 horas continua.

6.3.1. Elementos que componen el almacén de calor

Estructura metálica: cumple la función de mantener la estabilidad, rigidez y resistencia. Está construida de zinc troquelado calibre 24 con pintura de protección a la intemperie.

Aislante térmico: Utiliza madera tríplex como soporte de las piedras pero que funciona como aislante térmico, posterior a la madera se ubican láminas de poroplast de 2x8x2. El aislante está protegido con láminas de la estructura metálica arriba descrita.

Piedra bolón: El uso de este cuerpo ígneo se debe a su característica de pérdida de temperatura, ya que este es 3 veces más lento que por ejemplo el cobre. Lo que nos garantiza durante más tiempo el suministro de calor, además su forma circular y diámetro de entre 8 a 12 centímetros mejora la circulación de masa calientes de aire gracias a la poca resistencia que esta forma ejerce.



Figura 6. Piedra bolón empleada en el almacén de calor

Cuadro 2. Evaluación del estado actual de las partes del almacén de calor

Descripción del componente	Estado actual		Observaciones.
	Bueno	Malo	
Estructura metálica	x		Estructuralmente firme, solo se recomienda pintura.
Aislamiento térmico.	x		Excelente estado
Roca bolón	x		Excelente estado
Ventiladores	x		Excelente estado físico
Sistema eléctrico	x		Excelente estado

6.4. Caracterización del sistema de circulación forzada

El sistema de circulación forzada es el encargado de mover masas de aire caliente desde la entrada de aire al sistema hasta su salida a través de los ductos conectados de las cámaras de deshidratación hacia el exterior. A continuación, se describen los componentes del sistema de circulación forzada.

Ventiladores: Son los responsables de mover masas de aire caliente desde la entrada encontradas en el almacén a los ductos que van a las cámaras de deshidratación. Cada ventilador tiene un consumo de 110 W y la capacidad de mover 3600m³/hora. Alimentado por el sistema eléctrico del edificio.

Ductos para el transporte de calor: Está compuesto por placas de aislante térmico a base de fibra de vidrio con un grosor de 2cm. Estas dispuestas por dentro de la estructura metálica, cuya función es disminuir la pérdida de calor almacenado.



Figura 7. Ductos de conducción de aire caliente

6.4.1. valoración del estado actual del sistema de circulación forzada

Cuadro 3. Evaluación del estado actual de los componentes del sistema de circulación forzada

Descripción del componente	Estado actual		Observaciones
	Bueno	Malo	
Aislamiento térmico.		x	Algunas laminas con presencia de oxidación, protuberancias y humedad.
Ventiladores	x		Excelente estado.
Sistema eléctrico		x	Exposición de conexiones desprotegidas

6.5. Caracterización de las cámaras de deshidratación

El área de deshidratación está compuesta por 3 cámaras para deshidratado de frutas, modelo SF-25, con 9 bandejas cada una utilizadas para colocar productos y una bandeja para inducir la circulación de aire caliente cargado de humedad y evitar recirculación interna de humedad

lo que puede provocar que el producto a deshidratar se dañe, también cuenta con 2 cámara solares para el deshidratado de frutas modelo SF-75 con un total de 30 bandejas cada una todas las cámaras cuentan con Controles electrónicos del sistema térmico solar para la medición de variables a través de sensores (temperatura ambiente, temperatura de las cámaras, temperatura del área de captación, temperatura del almacén de calor; humedad relativa de las cámaras de secado.

Las tres cámaras SF-25 suman un volumen de 0.97 m³, en cambio las dos cámaras modelo SF-75 proporcionan 2.8m³.

6.5.1. Evaluación del estado actual de las cámaras de deshidratación

Cuadro 4. Evaluación del estado actual de las cámaras de deshidratación

Descripción del componente	Estado actual		Observaciones
	Bueno	Malo	
Armazón de madera	x		Excelente estado actual
Ventiladores	x		Excelente estado actual
Revestimiento de acero inoxidable.	x		Excelente estado actual
termómetros	x		Excelente estado actual
Sellos de las puertas.		x	Presencia de Segmentos cuarteados
Manecillas		x	Se encuentran levemente desajustadas

6.6. Eficiencia del deshidratador solar del Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables (LIDER-UNA)

Las cámaras SF-25 tienen una demanda calculada de QU en el rango de 11132.84 a 119280.47 Joules (Figura 8). Este dato se utilizó para estimar la eficiencia en cada una de las cámaras. Para cada cámara se grafican los valores en función de las variables $(t_s - t_e)/R$. donde: t_s es la temperatura de salida, t_e , es la temperatura de entrada y R es la irradiancia solar incidente sobre un plano inclinado a 15 ° con orientación Norte-Sur.

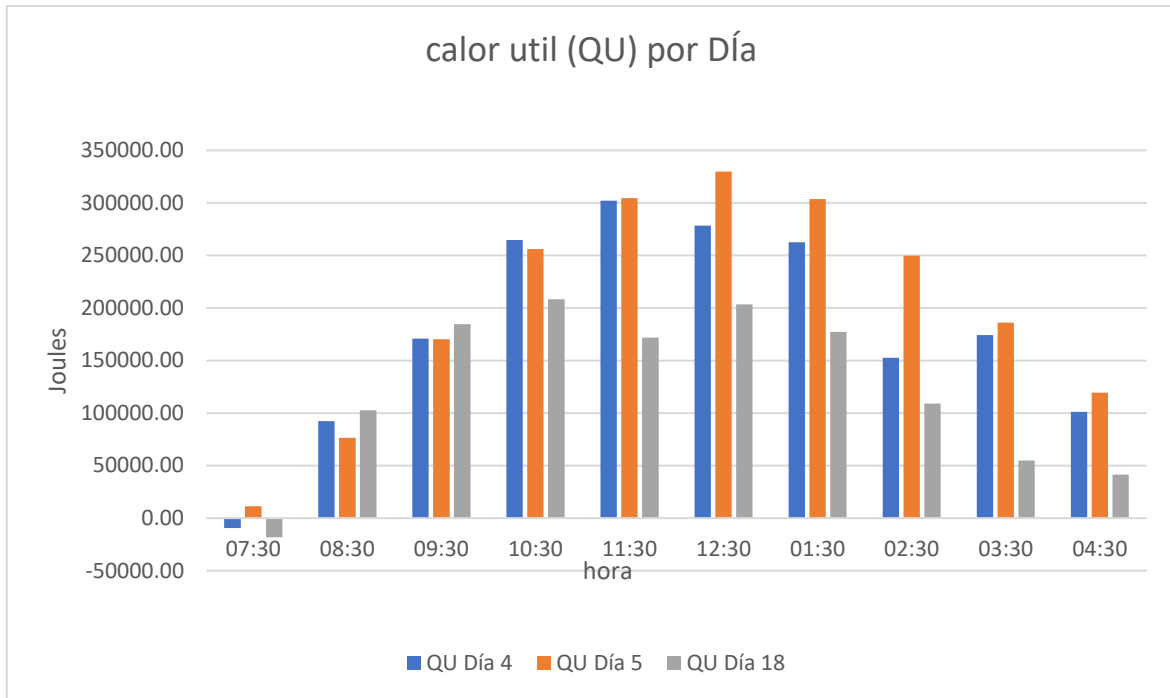


Figura 8. Calor útil por día

6.7. Eficiencia del sistema de las cámaras de deshidratación

En las cámaras 1 y 4 el modelo de regresión lineal que se ajustó, respalda la ecuación $n = (ts - te) / (R)$. En esta cámara, el diagrama de dispersión nos indica que a pesar de que la recta no intercepta a 5 datos, la distancia entre los puntos reales y la recta es la mínima. La eficiencia en esta cámara es superior a cero y no se ve afectada por las fluctuaciones de la radiación solar, mostrando un comportamiento adecuado. Sin embargo, es necesario revisar recomendaciones planteadas en el plan de mantenimiento ya que el deterioro de los materiales puede afectar la eficiencia en la cámara.

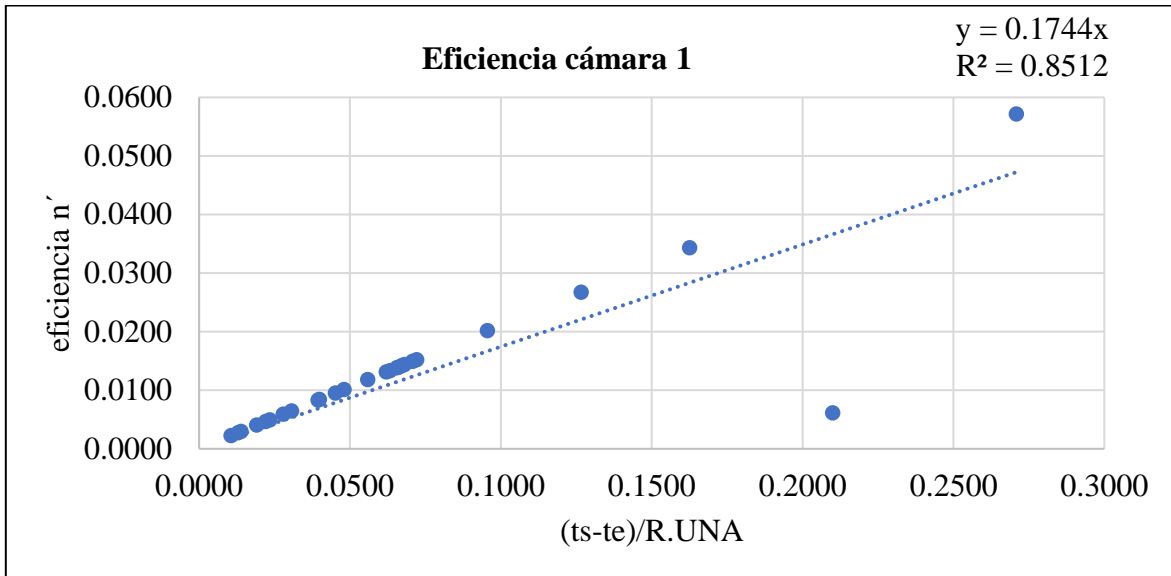


Figura 9. Eficiencia de la cámara 1

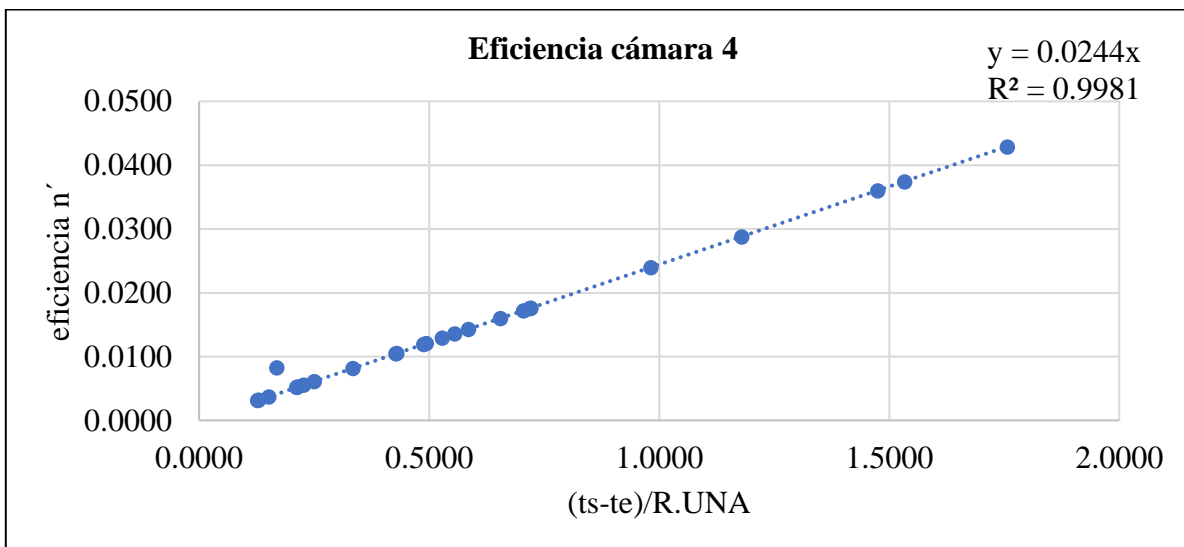


Figura 10. Eficiencia de la cámara 4

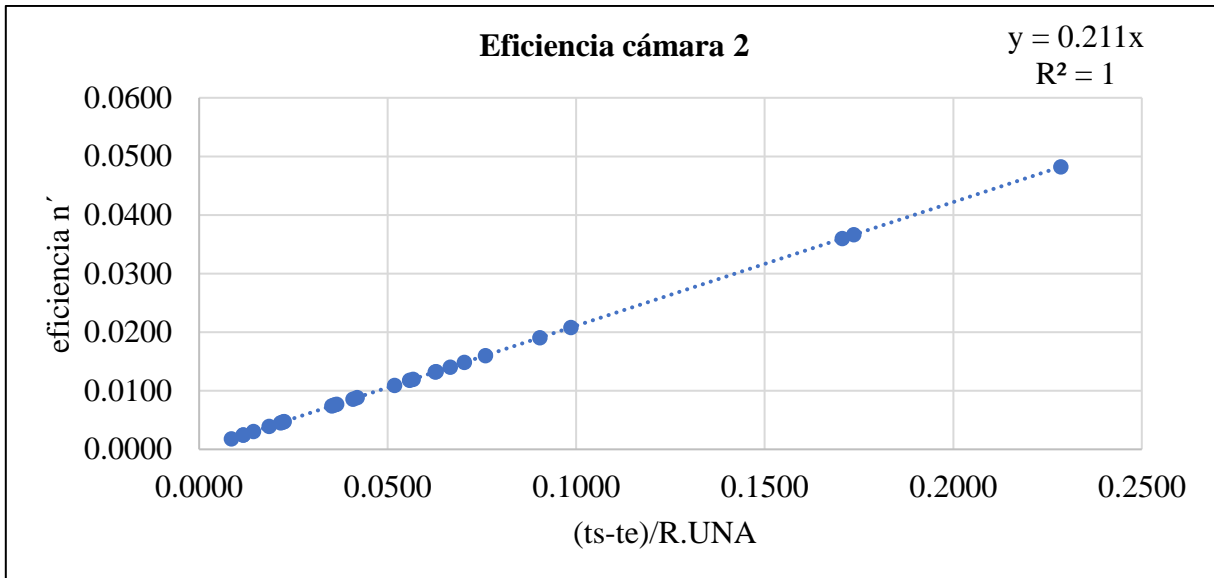


Figura 11. Eficiencia de la cámara 2

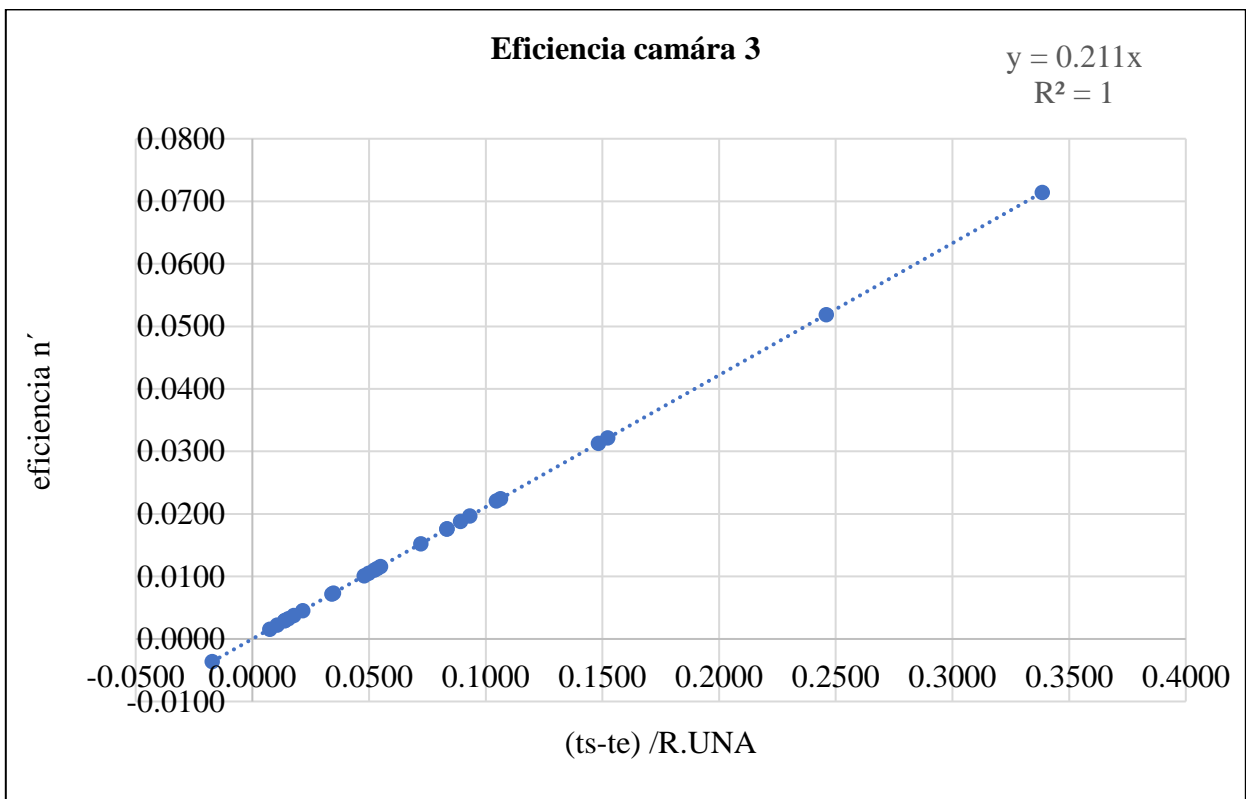


Figura 12. Eficiencia de la cámara 3

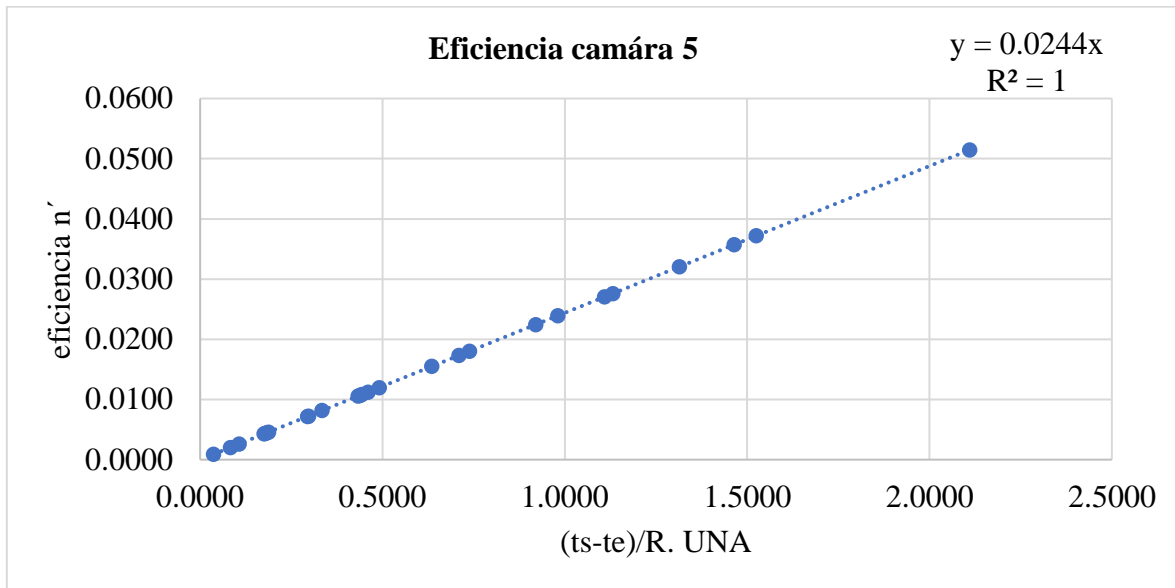


Figura 13. Eficiencia de la cámara 5

En las cámaras 2, 3 y 5 se grafican los valores en función de las siguientes variables; $(ts-te)/R$. UNA donde: ts es la temperatura de salida, te es la temperatura de entrada y R . UNA es la irradiancia solar que incidió por m^2 sobre el plano vertical con orientación norte.

El modelo de regresión lineal que se ajustó, respalda la ecuación $n = ((ts-te)) / (R)$ la cual su alineación perfecta a la recta trazada en el diagrama de dispersión nos indica que la eficiencia se comporta directamente proporcional en función de la ecuación antes mencionada. Por lo tanto, los gráficos si representa el comportamiento esperado de las cámaras de deshidratación.

6.8. Variaciones de temperaturas de entrada y salida en relación de la radiación solar

En las siguientes figuras se representan las variaciones de temperaturas de entrada y salida en relación de la irradiancia solar. En él se observa que las temperaturas permanecen mayores a $22^{\circ}C$ la mayor parte del día ya que la radiación también se mantiene en rangos entre $100 \text{ KWhr}/m^2$ a $1050 \text{ KWhr}/m^2$, sin embargo, las dos horas en las cuales su pico disminuye sustancialmente no afectan las temperaturas de entrada ni salida, esto se debe al funcionamiento de 24 horas del almacén de calor, el cual suministra aire caliente.

Los picos bajos de irradiancia que son mínimos, no afectan de forma significativa la temperatura de salida y la temperatura del aire caliente movida por el ducto. Un efecto de bajada de temperatura podría ocurrir en periodos por más de tres días sin radiación solar, dando lugar a la pérdida completa del calor almacenado en la piedra bolón.

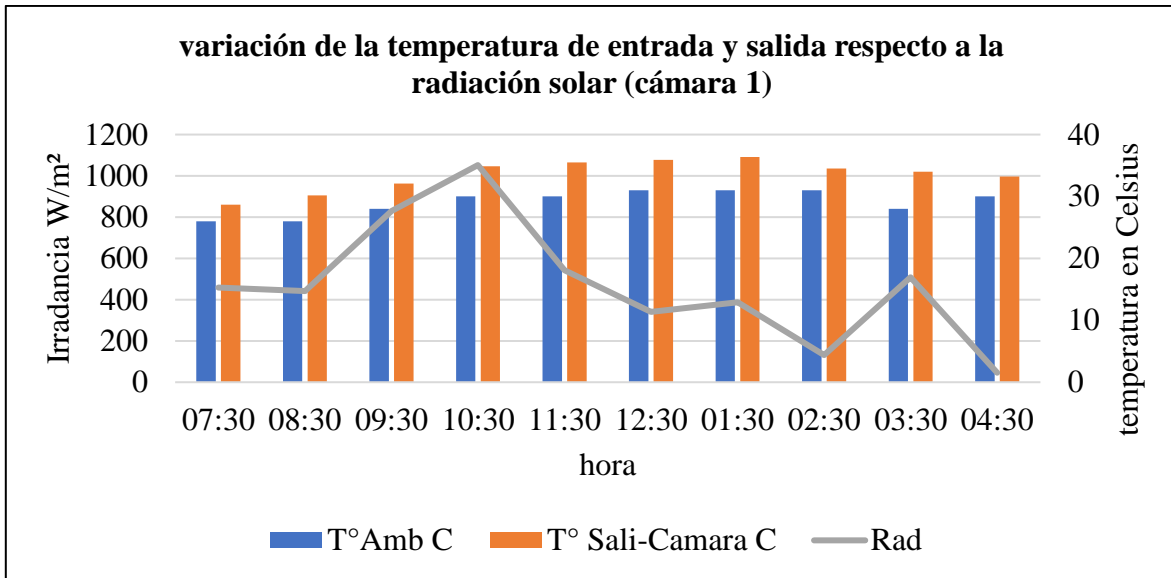


Figura 14. Variación de T_e y T_s respecto a R en cámara 1

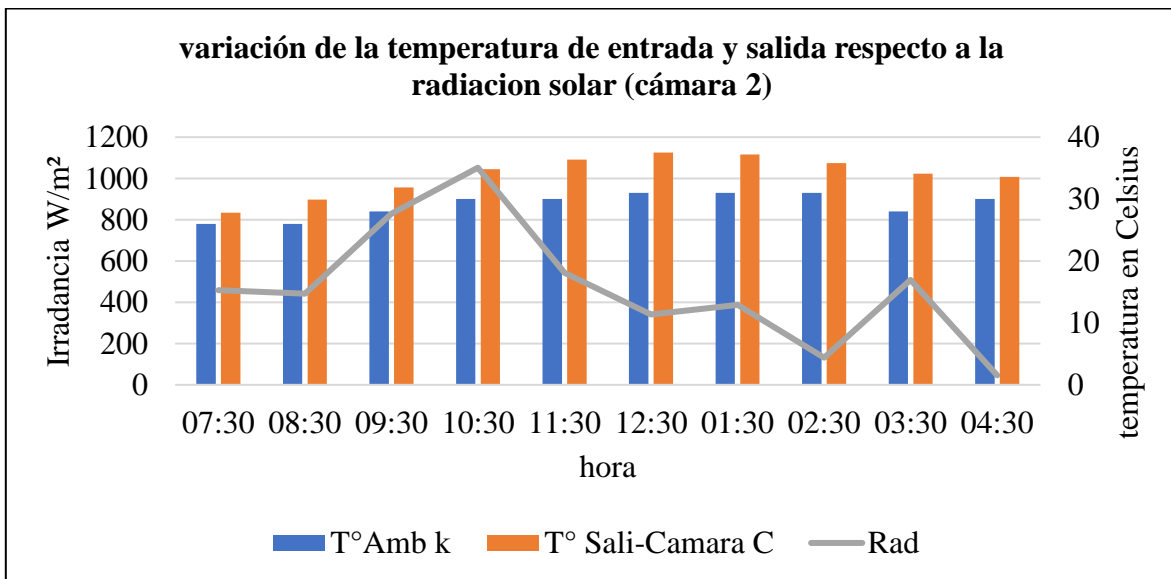


Figura 15. Variación de T_e y T_s respecto a R en cámara 2

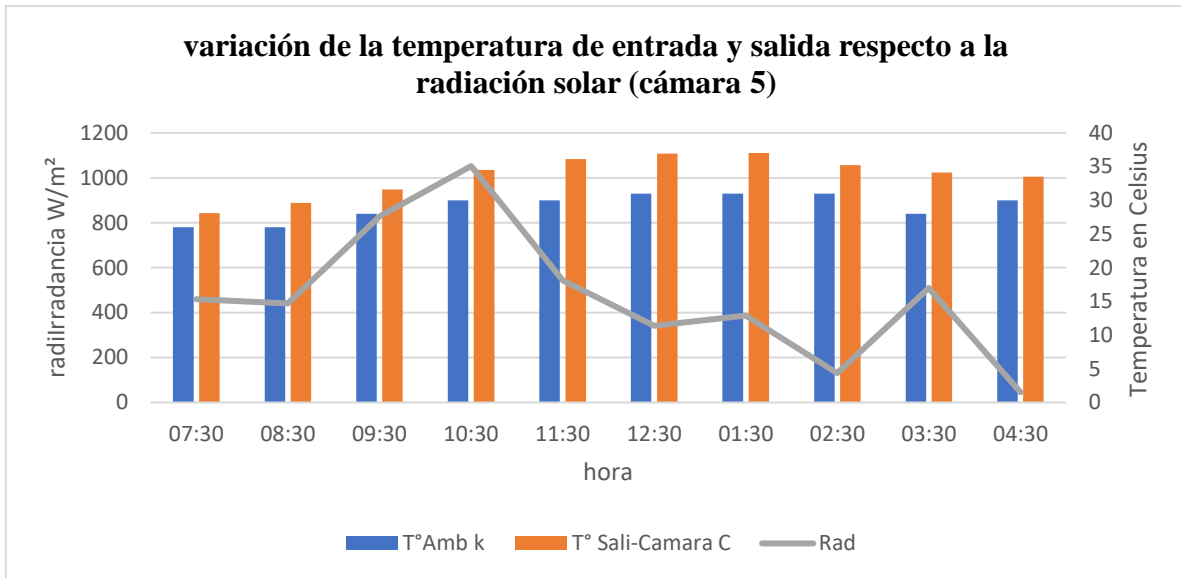


Figura 16. Variación de Te y Ts respecto a R en cámara 3

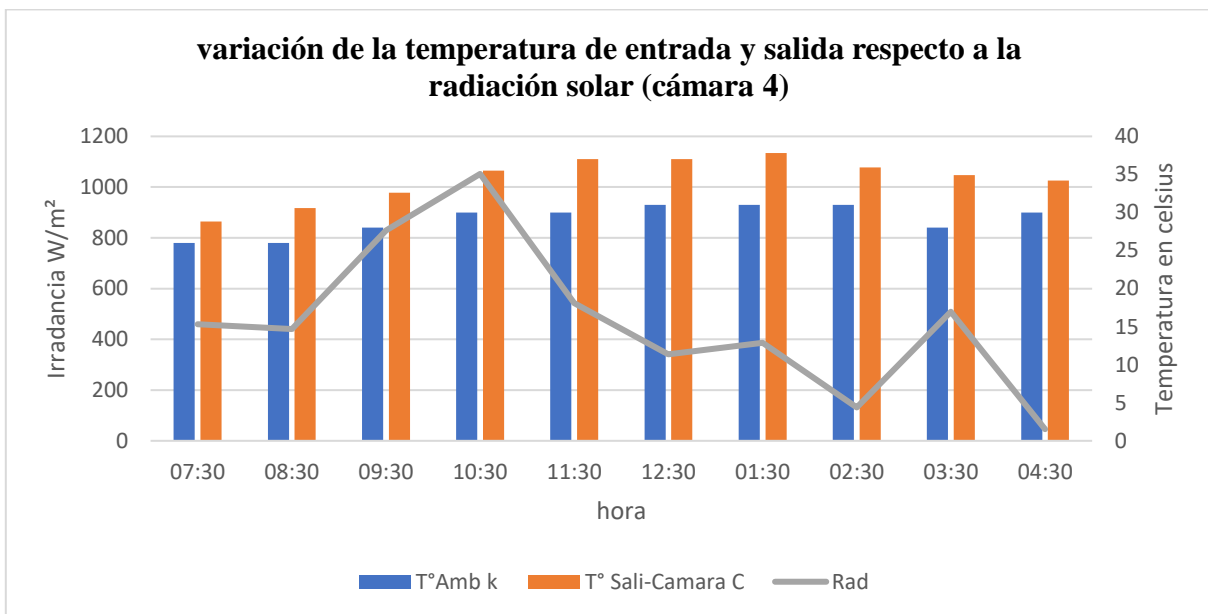


Figura 17. Variación de Te y Ts respecto a R en cámara 4

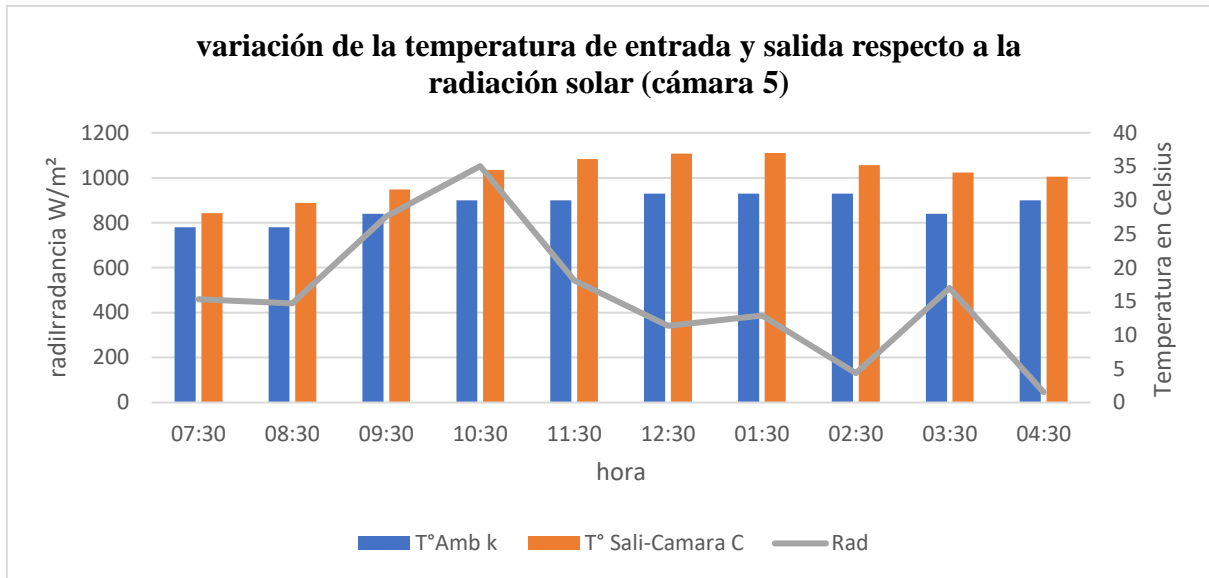


Figura 18 Variación de Te y Ts respecto a R en cámara 5

6.9. Irradiación solar

En la figura 19 se presenta la irradiancia solar incidente durante los días 4,5 y 18. Los cuales fueron los días seleccionados para determinar la eficiencia del colector solar de la planta deshidratadora UNA-LIDER. Esto a que presentaba las mejores características de irradiancia solar para cumplir con las demandas de energías de las cámaras de deshidratación FS-25 Y FS-74 presentándose la menor de las lecturas durante el día 5 a las 4:30pm la cual fue de 22 KWhr/m² mientras tanto la mayor lectura de irradiancia solar se presentó el día 4 a las 10:30am con 1050 KWhr/m². a pesar de esto de vio afectado el comportamiento de la misma debido a un periodo de nubosidad que se presentó después de las 11:00am del mismo día.

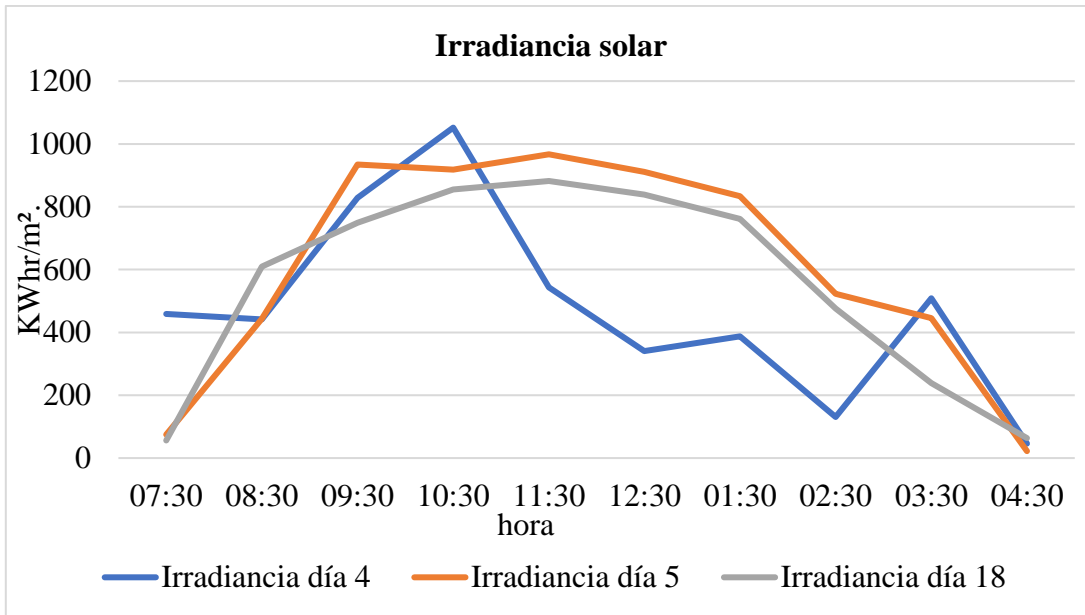


Figura 19 Curva de irradiancia solar para los días 4,5 y 18

6.10. Temperatura ambiente

En la figura 20 se reflejan la variación de temperatura del ambiente durante las 7:30am y las 4:30pm durante los días 4,5 y 18. Estas se mantuvieron en el rango de los 23°C y 32°C. Presentándose la menor de ellas durante el día 5 a las 7:30am y la máxima durante el día 5 de forma constante durante las 10:30am a 4:30pm.

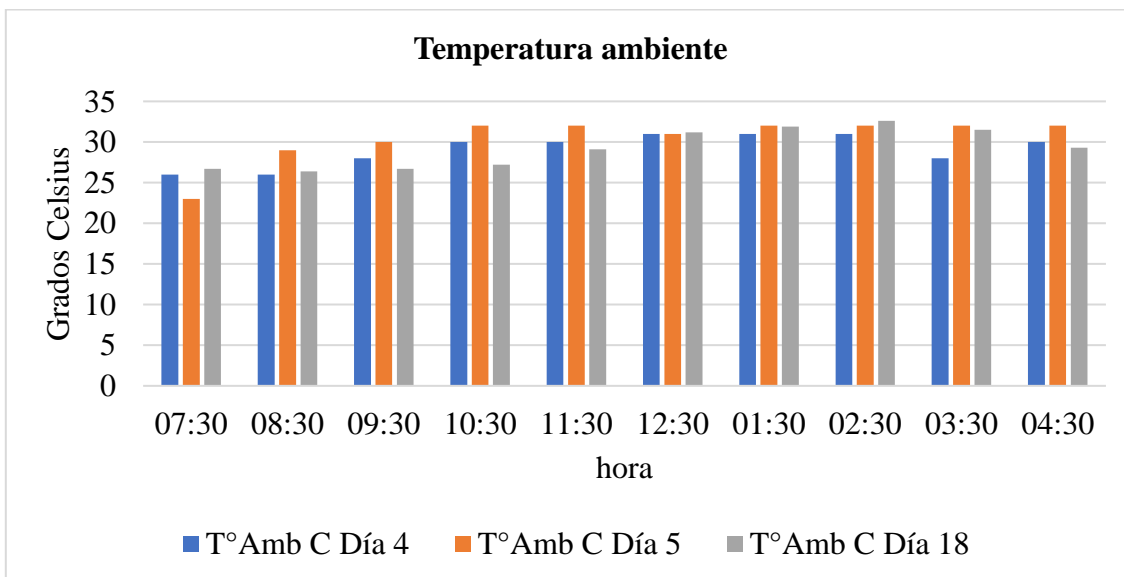


Figura 20. Temperatura ambiente durante los días 4, 5 y 18

6.11. Temperatura almacén de calor

En la figura 21 se puede observar la variación de la temperatura del almacén de calor durante los días 4,5 y 18. Presentándose la menor de las lecturas el día 4 durante las 7:30am esta fue de 25.4°C. por lo contrario, la mayor de las lecturas se presentó el día número 18 durante las 4:30 de la tarde y esta fue de 32.5°C

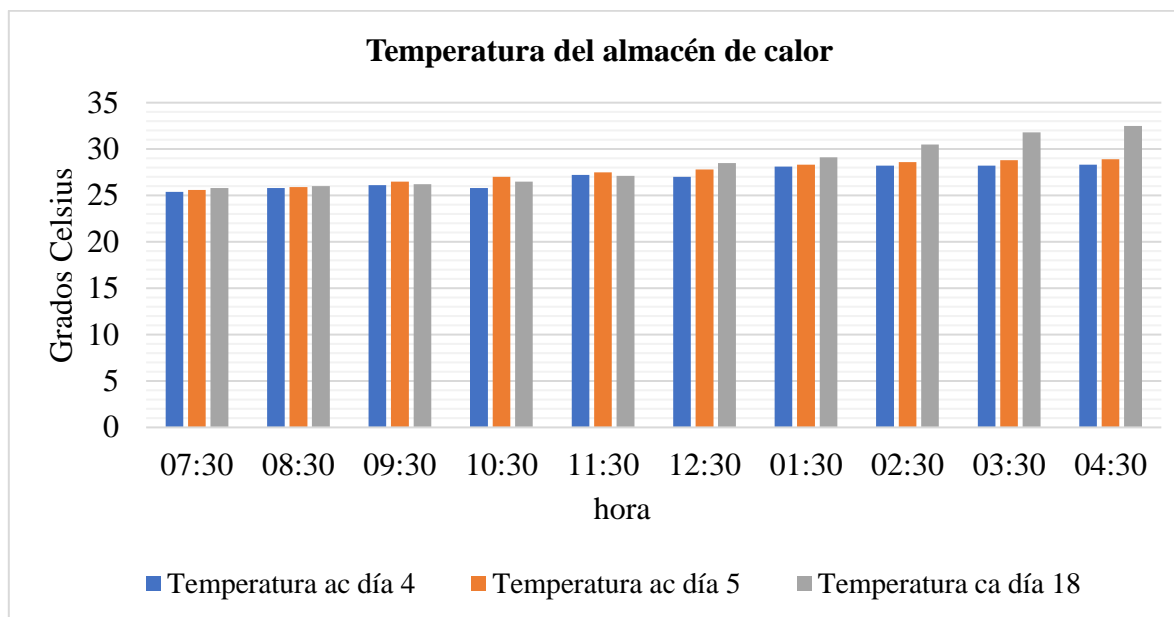


Figura 21. Temperatura del almacén de calor para los días 4, 5 y 18

6.12. Diferencia de temperaturas en la parte alta y baja del colector solar

A Continuación, se presentan las diferencias de temperaturas de las partes altas y bajas del colector solar, donde A-UP hace referencia a la parte superior del colector, esta es donde se encuentra colocada la lámina transparente en la que incide directamente la radiación solar (ver imagen), en cambio A-DOWN se refiere a la parte inferior del colector, para ser más preciso esto se refiere a la madera aislante del colector solar, esto aplica de igual forma para B-UP y B-DOWN.

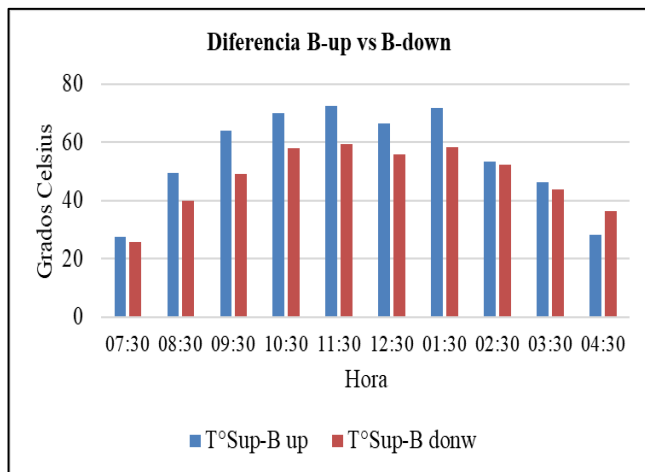
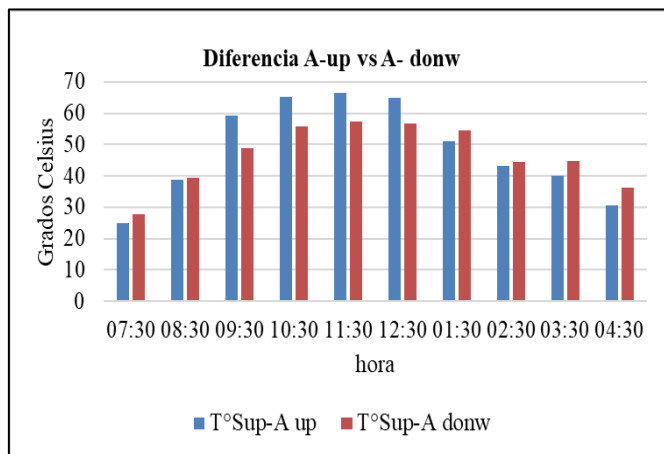
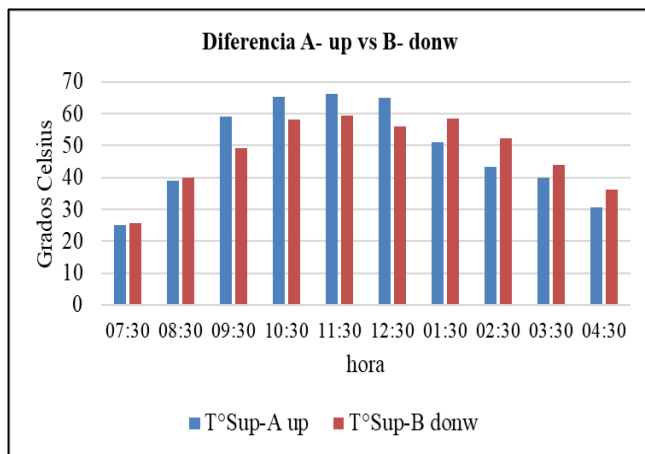
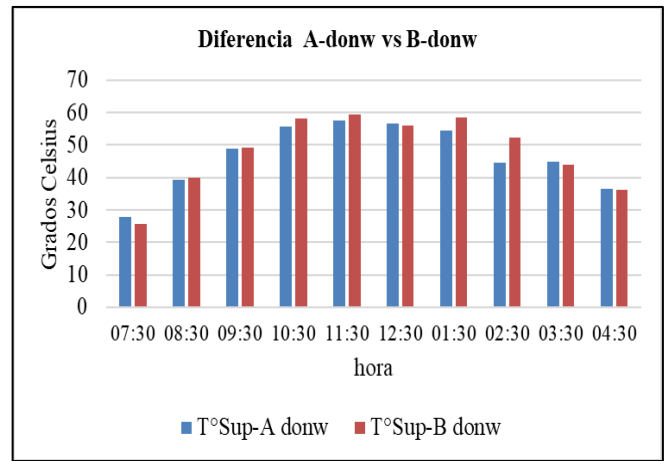
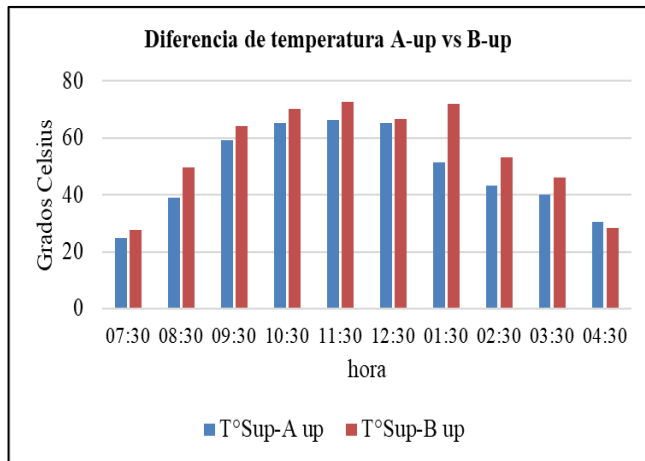


Figura 22. Diferencias de temperaturas de la parte baja y alta del colector solar



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

6.13. **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA PLANTA DESHIDRATADORA LIDER-UNA**

Autor

Br. Jeffrey Antonio Valverde

Managua, Nicaragua

Noviembre 2021

I. OBJETO

A lo largo de su ciclo de vida cada sistema pasa por diferentes fases, la última de ellas es la de construcción y puesta en marcha, hasta que se alcanza el régimen normal de funcionamiento.

Durante esta última fase llamada operación que es la auténticamente productiva, el sistema se ve sometido a fallos que entorpecen o, incluso interrumpen temporalmente o definitivamente su funcionamiento.

El siguiente plan de mantenimiento tiene por objeto establecer una serie de directrices que garanticen la productividad adecuada según la capacidad instalada de la planta deshidratadora solar térmica de forma que se extiendan al mínimo los tiempos de inactividad debido a fallas, averías y/o mal funcionamiento de la misma.

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones o componentes, así como el conjunto de trabajos de reparación y de revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y buen estado de conservación de un sistema en general.

El objetivo final del mantenimiento se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir y reparar los fallos sobre los bienes.
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de las máquinas
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, un mantenimiento adecuado tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

II. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.1. Área efectiva de los colectores solares

2.1.1. Limpieza general

- Se deberá hacer de realizar diariamente para evitar la acumulación de agentes externos que pongan en riesgo el funcionamiento óptimo del colector, así como de elementos que se filtren en el sistema en general que puedan poner en riesgo por contaminación cruzada al producto que se esté procesando.

2.1.2. Lámina de vidrio

- realizar una inspección visual rápida de forma diaria y una inspección exhaustiva una vez por semana, esto para localizar posibles grietas en el vidrio.
- Las labores de limpieza de la lámina se realizarán de forma semanal utilizando solo agua potable sin ningún tipo de detergente
- Realizar inspección rápida del silicón que se encuentra en las uniones de los paneles que forman la lámina de vidrio, esto para detectar posibles untos de infiltración de agua o polvo.

2.1.3. Placa absorbedora

- Realizar inspección visual para determinar el buen estado de los módulos de la placa.

2.1.4. Base de madera

- Realizar inspección visual rápida de la estructura de la base de madera de forma semanal en para descartar grietas que afecten la salida del fluido caliente colectado.

- Aplicar sellador para madera de forma anual, esto para darle mayor protección y durabilidad a la madera de la base.
- Limpiar semanalmente utilizando escobas.

2.1.5. Carcasa metálica del área efectiva de captación solar

- Realizar inspección visual de forma semanal para descartar golpes o fracturas en la carcasa.
- Aplicar pintura anti corrosiva de forma anual, esto para evitar la corrosión que pueda afectar el metal de la lámina metálica

2.1.6. Pilares de soporte estructural

- Realizar inspección visual de los pilares de madera, esto para detectar posibles fracturas en el mismo. Esta inspección será de forma mensual debido a la naturaleza y rigidez del mismo.
- Aplicar sellador de madera de forma semestral para mejorar la resistencia de los pilares al ambiente en el que se encuentra.
- Limpiar de forma semanal con escobas para retirar el polvo que se acumula en ellos.

2.1.7. Aislamiento térmico

- Realizar inspección visual en todo el aislamiento térmico para detectar posibles golpes o alteraciones físicas que disminuyan la efectividad del mismo.

2.1.8. Circuito de fluido térmico

- Realizar inspección visual semanal del circuito para detectar posibles puntos de pérdida de aire.
- Realizar inspecciones semestrales de los ventiladores del circuito.
- Realizar limpieza de las cajas y filtros del circuito de forma semanal, para esto se necesitarán escobas y pedazos de tela para remover polvo y suciedad.

2.2. Almacén de calor

2.2.1. Estructura metálica

- Realizar inspección visual rápida de forma semanal, esto para ubicar posibles golpes en la lámina metálica.
- aplicar pintura anticorrosiva de forma anual, esto para dar mayor protección a la lámina debido al entorno en el que se encuentra.
- fumigar la parte externa con plaguicidas para el control de plagas, este no deberá ser de uso prohibido o toxico para la salud humana.

2.2.2. Aislamiento térmico

- Realizar una inspección visual exhaustiva de forma anual a las láminas de aislamiento térmico que se encuentran en el interior del almacén de calor, esto con el objetivo de ubicar fallas que entorpezcan el funcionamiento óptimo del mismo.

2.2.3. Piedra bolón

- Realizar inspección visual al menos una vez por semana, esto con la finalidad de detectar la posible presencia de objetos y/o animales que puedan ingresar en el área donde está dispuesta la piedra bolón.

2.2.4. Ventiladores

- Realizar la inspección en busca de fallas eléctricas en los mismos.
- Comprobar la ausencia de sulfataciones en sus conexiones con el sistema eléctrico.
- Realizar limpiezas anuales para quitar impurezas.
- Se asegurará que las aspas de los ventiladores no se encuentren quebradas o en mal estado.

2.3. Sistema de circulación forzada

2.3.1. Ventiladores

- Realizar la inspección en busca de fallas eléctricas en los mismos.
- Comprobar la ausencia de sulfataciones en sus conexiones con el sistema eléctrico.
- Realizar limpiezas anuales para quitar impurezas.
- Asegurar que las aspas de los ventiladores no se encuentren quebradas o en mal estado.

2.3.2. Ductos

- Rastrear posibles fracturas, grietas y golpes que puedan generar fuga del fluido al exterior, esto se elaborará de forma semanal.
- Limpiar los ductos externamente con escobas para la remoción de suciedad, esta limpieza se realizará de forma semanal.

2.4. Cámaras de deshidratación

4.4.1. Limpieza

- Realizar diariamente de forma general.

2.4.2. Exterior de madera

- Realizar inspecciones rápidas diarias, esto para ubicar grietas en la madera.
- Aplicar sellador de madera para asegurar máxima protección y duración de la misma.

2.4.3. Interior forrado en acero inoxidable

- Limpiar diariamente con cloro para evitar la contaminación de los productos. realizar una inspección rápida del estado del acero, esto para descartar grietas en las soldaduras o en sus componentes

III. PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Las labores de mantenimiento correctivo se efectuarán únicamente cuando uno de los componentes de los sistemas o los mismos sistemas en sí que componen la planta de deshidratación presenten una avería o pérdida del mismo. Estas acciones se verán plasmadas en el siguiente formato de mantenimiento.

 <p style="text-align: center;"> Universidad Nacional Agraria. Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables (LIDER-UNA) </p> <p style="text-align: center;">Evaluación del estado actual de las partes del colector solar.</p>						
Sistema.	Descripción del componente.	Estado actual.			Acción correctiva.	fecha
		Bueno	Malo	Irreparable		
<hr/> Técnico de mantenimiento				<hr/> Responsable de la planta.		

Donde

- **Sistema:** se nombrará el sistema en el cual se presenta la falla (colector, almacén de calor, circulación, etc.)
- **Descripción del componente:** se puntualizará de forma directa cuál de los componentes presenta la falla y si es uno o varios).

- **Estado actual:** se marcará con una X la celda del estado en el cual se considere el componente, esto después de hacer una revisión exhaustiva del mismo.
- **Acción correctiva:** esta variara en dependencia de estado del componente, la acción puede ser desde la reparación del componente hasta la remoción y sustitución del mismo.
- **Fecha:** se anotará para llevar un control de la vida que debería dar el componente que ha sido reparado o sustituido.
- **Técnico de mantenimiento:** firmara la persona encargada de realizar el mantenimiento de la planta, este se encargará de informar al responsable de la planta la acción que se tomara y de pedirle piezas en caso de que se necesite la sustitución de alguna, así como los insumos que se utilizaran para realizar el mantenimiento (pintura, tornillos, pernos, madera, placas de aislante térmico, etc).
- **Responsable de la planta:** es el encargado de gestionar el mantenimiento y en el caso del pedido de las piezas a reemplazar este se encargará de aprobar la lista de insumos y materiales que el técnico de mantenimiento solicite.

Para la identificación de supuestos que puedan ocurrir en los sistemas que comprenden la planta de deshidratación solar se reflejaran en la siguiente tabla:

Sistema	Componente	Problema	Costo de reparación o insumo.
Área efectiva de los colectores solares.	Lamina de vidrio	1. Ruptura. 2. Silicon en mal estado.	
	placa absorbadora.	1. rotura en los módulos.	
	Base de madera	1. Grietas 2. Humedad. 3. Polillas. 4. Partes faltantes	
	Carcasa metálica del área efectiva de captación solar	1. Fracturas. 2. Corrosión. 3. Abolladuras.	
	Pilares de soporte estructural	1. Grietas 2. Humedad. 3. Polillas. 4. Partes faltantes	
	Aislamiento térmico.	1. Rupturas. 2. Partes incompletas. 3. Oxidación. 4. Agujeros.	
	Circuito de fluido térmico.	1. Fugas. 2. Ruptura módulos aislantes. 3. humedad	
Almacén de calor	Aislamiento térmico	1. Fugas. 2. Ruptura módulos aislantes. 3. humedad	
	Piedra bolón	1. objetos ajenos a su naturaleza.	
	Ventiladores.	1. Aspas rotas. 2. Motores quemados. 3. Sulfatación. 4. Cables rotos.	
Circulación forzada	Ventiladores.	1. Aspas rotas. 2. Motores quemados. 3. Sulfatación. 4. Cables rotos.	
	conductos de aire	1. Humedad. 2. agujeros	
Cámaras de deshidratación.	Exterior de madera	1. Grietas 2. Humedad. 3. Polillas. 4. Partes faltantes	
	Interior de acero inoxidable	1. Facturas en la porta bandejas	

IV. BIBLIOGRAFÍA

Muñoz Abella, B. (s.f.). *Mantenimiento Industrial*. Universidad Carlos III de Madrid.
<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>

Campos Fernández, M. (2012). *Planta fotovoltaica de 500 kW sobre la cubierta de una nave industrial en la ciudad de Sevilla, manual de mantenimiento*. [Tesis de grado, Escuela Técnica superior de ingeniería, Sevilla, España].
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5074/fichero/Volumen+5%252F9.+Manual+de+Manteminiento.pdf>



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

6.14. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARES DE SANEAMIENTO (POES)

Autor

Br. Jeffrey Antonio Valverde

Managua, Nicaragua

Noviembre 2021

I. IDENTIFICACIÓN DE LA PLANTA

Nombre de las instalaciones: Laboratorio de Innovación y Desarrollos de Energías Renovables (LIDER-UNA).

Dirección: Kilometro 12.7 carretera norte.

Teléfono:

Municipio: Managua.

Fecha de inicio:

Numero IPSA:

Fecha de aprobación por IPSA:

Manual elaborado por: Br. Jeffrey Antonio Valverde.

II. MARCO JURÍDICO

- NTON 03 026 2010 Norma técnica obligatoria nicaragüense de manipulación de alimentos. Requisitos sanitarios para manipuladores.
- NTON 03 069-06 RTCA 67.01.33:06 industria de alimentos y bebidas procesados buenas prácticas de manufactura. Principios generales.
- NTON 03 042-03 norma técnica de almacenamiento de alimentos.
- NORMAS CAPRE para la calidad de agua para el consumo humano.
- REGLAMENTO TECNICO CENTROAMERICANO 67.01.02:10 etiquetado general de los alimentos previamente envasados (preenvasados).

III. INTRODUCCIÓN

El comercio internacional de productos alimentarios y los viajes al extranjero van en aumento, proporcionando importantes beneficios sociales y económicos, pero ello facilita también la propagación de enfermedades en el mundo. Los hábitos de consumo de alimentos también han sufrido cambios importantes en muchos países durante los dos últimos decenios y, en consecuencia, se han perfeccionado nuevas técnicas de producción, preparación y distribución de alimentos. Por consiguiente, es imprescindible un control eficaz de la higiene, afín de evitar las consecuencias perjudiciales que derivan de las enfermedades y los daños provocados por los alimentos y por el deterioro de los mismos, para la salud y la economía. (Codex alimentarius 1999)

El cuidado y mantenimiento del estado en las instalaciones de una elaboradora de alimentos deben tener una condición esencial para la implementación de sistemas que aseguren la inocuidad y calidad de los productos que emanan de ella. Por lo cual, con conciencia, se debe implementar acciones en dicho sentido de saneamiento, razón por la cual se acude a la implementación de los llamados procedimiento operativos estandarizados de saneamiento POES (ministerio de agroindustria de argentina)

Los programas de limpieza deben ser especificados en los POES según las circunstancias, deben prever la retirada y el almacenamiento de los desechos, así como también garantizar que no hay contaminación interior de los alimentos con detergentes o desinfectantes, a no ser que sea admisible por condiciones de uso y ser objeto de seguimiento para determinar la eficacia, por ejemplo, superficies que, en contacto con los alimentos, y ser formulados de nuevo en caso de ser necesario. (Codex alimentarius 2005)

Teniendo presente estas bases el laboratorio de innovación y desarrollo de energías renovables (LIDER) da a conocer el presente manual de prerrequisitos de procedimientos operativos estándares de saneamiento con la finalidad de garantizar las condiciones necesarias para la inocuidad de los productos procesados en el área de deshidratación del laboratorio.

IV. MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS

Para manipular los alimentos el personal del laboratorio deberá cumplir con los estándares descritos en la NTON 03 026 2010 la cual indica que dicho personal deberá ser partícipe de exámenes médicos especiales establecidos por el ministerio de salud MINSA. De encontrarse positivo en los exámenes descritos en la NTON, dicho personal tendrá acceso restringido para manipular los productos, además de ser negativo a dichas pruebas también se debe contar con:

- a) Buen aseo personal.
- b) Uñas recortadas limpias y sin esmalte.
- c) Cabello corto, limpio, cubierto por gorro, redecilla y otros medios adecuados. Usar tapaboca.
- d) Uso de ropa de trabajo (gabachas, botas cerradas y guantes si se requiere).

4.1. Procedimientos para entrar el área de manipulación de alimentos

- a) Despojarse de prendas u objetos personales que constituyan riesgo de contaminación para los alimentos.
- b) Portar la ropa de trabajo de manera limpia y en orden.
- c) Desinfección de botas por medio del uso de pilas con cloro.
- d) Lavado de manos hasta los codos con agua y jabón.

4.2. Requisitos sanitarios para la manipulación de alimentos

El personal deberá cumplir con los requerimientos establecidos en la NTON, principalmente y por la naturaleza del tipo de productos que se procesan en el laboratorio, así como sus instalaciones, se precisa hacer énfasis que en las áreas de procesado no se permite fumar, comer, beber, masticar chicles y/o hablar, toser, estornudar sobre los alimentos, uso de electrónicos de entretenimiento (celulares, audífonos, etc.) así como tocarlos innecesariamente, escupir en los pisos o efectuar cualquier practica antihigiénica, como manipular dinero, chuparse los dedos, limpiarse los dientes con las uñas, hurgarse la nariz y oídos. Los visitantes deberán cumplir con las mismas normas de precaución para evitar la contaminación de los productos.

4.3. Agua potable para el uso en la fruta a deshidratar

El agua es el principal elemento para la desinfección de la fruta se extrae de un pozo ubicado en las instalaciones de la universidad nacional agraria, como dicho elemento estará en contacto directo con el producto a deshidratar, deberá cumplir con todos los lineamientos y parámetros estipulados en las normas CAPRE. Los cuales son:

- Parámetros bacteriológicos.
- Parámetros organolépticos.
- Parámetros físico-químicos.
- Sustancias no deseadas.

4.3.1. Periodo de monitoreo

Plan de monitoreo	Regularidad
Físico-químico	Cada 6 meses
bacteriológico	Cada mes
Cloro	Diario

4.3.2. Acciones correctivas

Problema	Acción correctiva
Parámetros físico-químicos fuera de rango	Realizar revisión con un profesional en agua para la estabilización de dichos parámetros
Parámetros bacteriológicos fuera de rango	Realizar muestreo del pozo y tomar medidas pertinentes con la ayuda de un especialista
Parámetro bacteriológico fuera de rango (reincidencia)	Clorar el agua directamente en las panas donde se almacena.
Parámetro bacteriológico fuera de rango (tercera reincidencia)	Paro en el uso del agua y notificación a las autoridades pertinentes.
Concentración alta de cloro	Dejar reposar el agua para que el cloro se evapore.
Concentración de cloro baja.	Adicionar cloro en concentraciones estipuladas por las normas CAPRE para la calidad de agua para el consumo humano

4.4. Equipos de la planta

Los equipos de la planta deshidratadora son de acero inoxidable y se usaran únicamente para el propósito específico para el cual fueron diseñados. El material de estos equipos es exclusivo para este tipo de industria ya que son capaces de resistir las operaciones de limpieza y de desinfección diaria, además que por su naturaleza no son capaces de absorber ni transmitir olores, sabores o colores a los productos con los que tiene contacto.

4.5. Vestimenta

La vestimenta básica de protección indistintamente se entre en contacto directo o indirecto con los alimentos, maquinaria o perímetro interno de la planta son los siguientes:

- ✓ gorro.
- ✓ Cubre bocas.
- ✓ Gabacha.
- ✓ Botas impermeables.
- ✓ Guantes de nitrilo.

Los colores y diseños de la vestimenta deberán ser ajustados de acuerdo al área donde se trabaje.

Los uniformes del área de pelado y corte de las frutas/verduras se deberán cambiar 2 veces al día, garantizando de esa forma que se use el uniforme limpio como lo señala el manual de buenas prácticas de manufactura. El cambio inmediato de este se deberá a que el gorro, cubre bocas, gabacha o pantalón se ensucien de agentes externos o cualquier contaminación que ponga en riesgo la inocuidad del producto. El lavado de las gabachas será realizado fuera de la planta de producción.

V. PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL EQUIPO Y LA INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA PROCESADORA

5.1. Equipos

Equipo a limpiar: cuchillos.

Detergente: espuma detergente neutra.

Sanitizante: cloro (40ppm)

Instrumentos: cepillos, pastes, maguera, baldes.

Frecuencia: diario.

Ejecutor: personal de limpieza.

Procedimiento:

- ✓ Remover los desechos que puedan estar pegados los cuchillos.
- ✓ Aplicar la espuma detergente, cloro y agua potable en los baldes.
- ✓ Sumergir los cuchillos en los baldes.
- ✓ Con los pastes y cepillos frotar los cuchillos hasta que queden limpios.
- ✓ Enjuagar con agua potable.
- ✓ Inspeccionar de forma visual la limpieza de los mismos.
- ✓ De no estar conforme con la inspección visual, volver a repetir los pasos anteriormente señalados.
- ✓ De estar conforme con la inspección visual, dejar secar los cuchillos y dar por terminado el procedimiento.

Equipo a limpiar: cortadora eléctrica

Detergente: espuma detergente neutra.

Sanitizante: cloro (40ppm)

Instrumentos: cepillos, pastes.

Frecuencia: diario.

Ejecutor: personal de limpieza.

Procedimiento:

- ✓ Remover los desechos que puedan estar pegados en la cortadora.
- ✓ Aplicar la espuma detergente, cloro y agua potable directamente en la cortadora.
- ✓ Con los pastes y cepillos frotar los cuchillos hasta que queden limpia.
- ✓ Enjuagar con agua potable.
- ✓ Inspeccionar de forma visual la limpieza de la mismo.
- ✓ De no estar conforme con la inspección visual, volver a repetir los pasos anteriormente señalados.
- ✓ De estar conforme con la inspección visual, dejar secar la cortadora y dar por terminado el procedimiento.

Equipo a limpiar: bandejas.

Detergente: espuma detergente neutra.

Sanitizante: cloro (40 ppm).

Instrumentos: cepillos, pastes, maguera, panas grandes.

Frecuencia: diario.

Ejecutor: personal de limpieza.

Procedimiento.

- ✓ Remover los desechos que puedan estar pegados en las bandejas.
- ✓ Aplicar la espuma detergente, cloro y agua potable en las panas.
- ✓ Sumergir las bandejas en las panas.
- ✓ Con los pastes y cepillos frotar las panas hasta que queden limpios.
- ✓ Enjuagar con agua potable.
- ✓ Inspeccionar de forma visual la limpieza de las mismas.
- ✓ De no estar conforme con la inspección visual, volver a repetir los pasos anteriormente señalados.
- ✓ De estar conforme con la inspección visual, dejar secar las bandejas y dar por terminado el procedimiento.

Equipo a limpiar: mesas de acero inoxidable.

Detergente: espuma detergente neutra.

Sanitizante: cloro (40ppm)

Instrumentos: cepillos, pastes, maguera, baldes.

Frecuencia: diario.

Ejecutor: personal de limpieza.

Procedimiento:

- ✓ Remover los desechos que puedan estar pegados en las mesas.
- ✓ Aplicar la espuma detergente, cloro y agua potable en las mesas.
- ✓ Con los pastes y cepillos frotar las mesas hasta que queden limpios.
- ✓ Enjuagar con agua potable.
- ✓ Inspeccionar de forma visual la limpieza de las mismas.
- ✓ De no estar conforme con la inspección visual, volver a repetir los pasos anteriormente señalados.
- ✓ De estar conforme con la inspección visual, dejar secar las mesas y dar por terminado el procedimiento.

Equipo a limpiar: cámaras de deshidratación.

Detergente: espuma detergente neutra.

Sanitizante: amonio cuaternario.

Instrumentos: cepillos, pastes, baldes.

Frecuencia: diario.

Ejecutor: personal de limpieza.

Procedimiento:

- ✓ Remover los desechos que puedan estar pegados en las cámaras.
- ✓ Aplicar la espuma detergente dentro de las cámaras.
- ✓ Con los pastes y cepillos frotar las mesas hasta que queden limpios.
- ✓ Enjuagar con agua potable.
- ✓ Inspeccionar de forma visual la limpieza de las mismas.
- ✓ De no estar conforme con la inspección visual, volver a repetir los pasos anteriormente señalados.
- ✓ Aplicar amonio cuaternario dentro de las cámaras.
- ✓ De estar conforme con la inspección visual, dejar secar las cámaras y dar por terminado el procedimiento.

5.2. Áreas

Área a limpiar: pisos de la planta.

Detergente: Jabón líquido neutro.

Sanitizante: cloro (40ppm)

Instrumentos: lampazos.

Frecuencia: diario.

Ejecutor: personal de limpieza.

Procedimiento:

- ✓ Aplicar el jabón líquido neutro y agua potable en los lampazos.
- ✓ Con los lampazos limpiar los pisos.
- ✓ Repetir los pasos anteriores tres veces.
- ✓ Inspeccionar de forma visual la limpieza del piso.
- ✓ De no estar conforme con la inspección visual, volver a repetir los pasos anteriormente señalados.
- ✓ Aplicar cloro en los lampazos limpios y con los mismos frotar el piso.
- ✓ De estar conforme con la inspección visual, dejar secar el piso y dar por terminado el procedimiento.
- ✓ Aplicar amonio cuaternario con bombas fumigadoras en las paredes.
- ✓ De estar conforme con la inspección visual, dejar secar las paredes y dar por terminado el procedimiento.

Limpieza de áreas externas.

Área a limpiar: pasillos externos

Materiales: escobas, palas, escobillones.

Frecuencia: según el lugar.

Ejecutor: personal de limpieza.

Procedimiento:

Techos: una vez por semana.

- ✓ Retirar tela de arañas, polvo, materiales incrustados, etc. Con las escobas o escobillones.
- ✓ Sacudir los estantes para eliminar la acumulación de polvo.
- ✓ Inspección visual. De no pasar la misma, repetir los pasos anteriores.

Pisos: diario.

- ✓ Barrer los pisos con las escobas.
- ✓ Depositar los materiales acumulados en los botes de basura.
- ✓ Inspección visual. De no pasar la misma, repetir los pasos anteriores.

Áreas verdes: diario.

Materiales: rastrillos, escobas, palas, carretillas.

Frecuencia: diario.

- ✓ Con los rastrillos y escobas recoger las hojas y materiales del suelo.
- ✓ Trasladar los materiales con la carreta a los depósitos de basura.

VI. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN CRUZADA

6.1. Prácticas de higiene de los operarios para evitar la contaminación

Para la aplicación de este apéndice se debe remitir al inciso número uno del presente documento, en este se aprecian los comportamientos prohibidos al personal para evitar la contaminación del alimento a través de la higiene de los colaboradores.

6.2. Materias primas y empaques

Los materiales de empaque deben resguardarse en un lugar específicamente predeterminado para su almacenamiento. Esto para asegurar que no sean una fuente de contaminación cruzada para los alimentos. De la misma forma se debe almacenar la materia prima, la utilización de ambas se limitará a la cantidad necesaria para cumplir con la producción especificada durante la jornada laboral, esto para evitar generar desperdicios y por ende un potencial foco de contaminación cruzada.

6.3. Categorización de las áreas de acuerdo a los riesgos de contaminación

En relación con la higiene de los alimentos es menester clasificar de forma correcta de las áreas de distribución y procesos que se llevan a cabo en las mismas. Es necesario que exista separaciones físicas entre las áreas donde se manejan y almacenan materias primas y áreas donde se llevan a cabo procesos de transformación con dicha materia.

Categoría	Área.	Justificación.
Contaminación moderada		

6.4. Acciones preventivas

6.4.1. Comportamiento del personal

1. No se debe utilizar camisas descotadas, camisolas, short, faldas, pantaloncillos cortos, aunque utilicen las gabachas correspondientes en el interior del local.
2. Mantener las uñas cortas, limpias y sin esmaltes.
3. Cortadas o heridas leves no infectadas se deben cubrir con un material sanitario antes de entrar a la línea de proceso.
4. No utilizar cosméticos tales como pinturas de labios, pinturas de uñas, rímel, delineadores, sombras, vanidades, perfume, aguas corporales con aroma, cremas corporales u otros que puedan afectar la inocuidad del producto durante las horas de proceso.
5. No comer, beber, escupir, mascar gomas (chicles), dulces, u otros alimentos en el interior de la planta.
6. No se permite el ingreso de recipientes ajenos y no autorizados por el laboratorio LIDER-UNA.
7. No se permite el uso de lapiceros, termómetros, sujetadores u otros objetos desprendibles detrás de las orejas.
8. No se permite el uso de joyas, aretes, anillos, pulseras, relojes, collares u otro objeto que pueda desprenderse y caer sobre el producto procesado.

9. Utilizar corte de cabello estilo varonil preferiblemente. En el caso de las mujeres amarrarse correctamente el cabello para cumplir con el buen uso de los gorros.

6.6. Procedimientos de limpieza y desinfección

6.6.1. Calzado (botas de hule)

A la entrada de las plantas procesadoras se encuentran estaciones para garantizar la higiene y Sanitización del calzado. Todo personal que entra a la planta tiene que garantizar como mínimo el cumplimiento de los siguientes pasos:

1. Enjuagar las botas con agua limpia.
2. Lavar la parte inferior de la misma con los cepillos de suela.
3. Lavar toda la parte superior y contornos de la bota con el cepillo de mano y jabón industrial hasta arriba.
4. Enjuagar hasta eliminar todo el jabón.
5. Desinfectarse las botas pasando por un pediluvio que contiene altas concentraciones de cloro.

6.6.2. Manos de los manipuladores

Todo manipulador y visitante tiene por obligación aplicar el siguiente método de lavado de manos el cual garantiza que estas no sean foco de contaminación para el alimento:

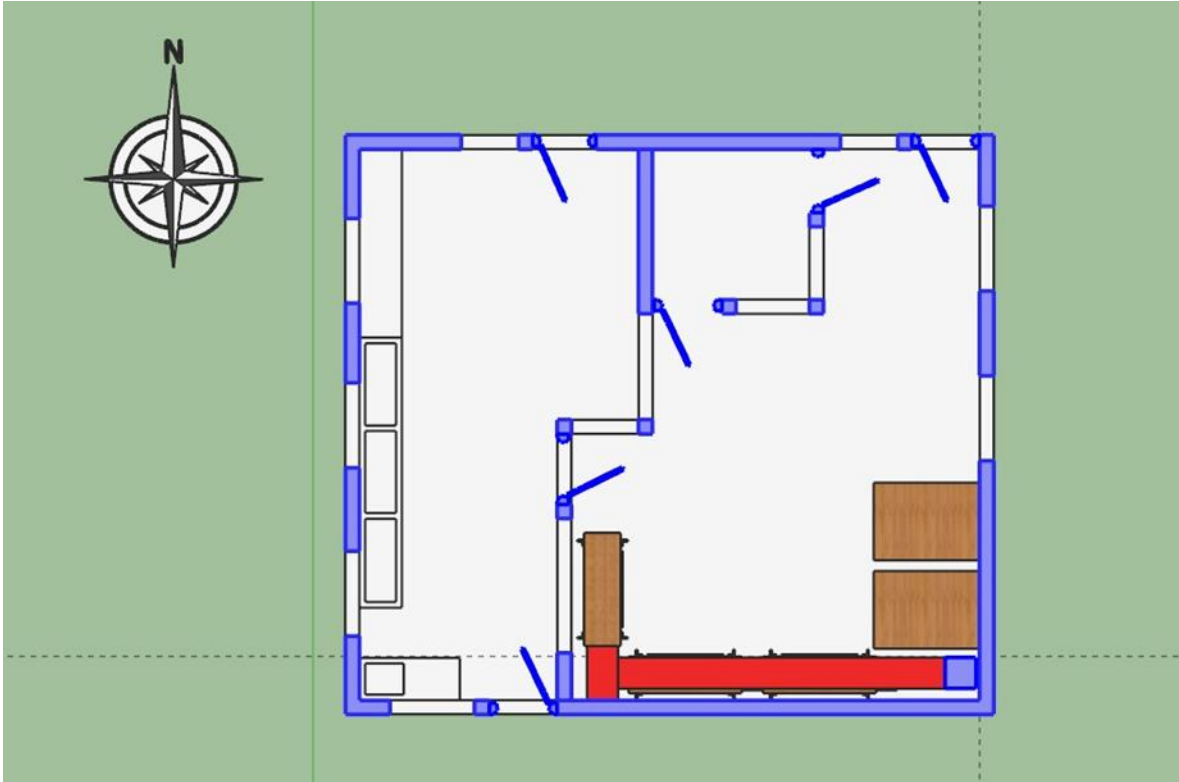
1. Humedecer las manos con agua y aplicar el jabón.
2. Frotar las manos, no olvidando restregar entre los dedos.
3. Frotar las muñecas de las manos y los antebrazos hasta el nivel del codo.
4. Lavar las uñas de las manos frotando con cepillo hasta eliminar la suciedad.
5. Enjuagar hasta eliminar todo el jabón.
6. Aplicar solución desinfectante en las manos.
7. Secarse las manos con secadora de aire.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- González, L. (s.f.). POES Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento [Archivo PDF].
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/productos_acuicolas/archivos/0000_Manual%20Gu%C3%ADa%20POES.pdf
- NTON 03 026 2010. Norma técnica obligatoria nicaragüense de manipulación de alimentos. Requisitos sanitarios para manipuladores. 15 de julio de 2010. ICS 67.020.
https://www.delcampo.net.ni/file_bibli/ncal/NTON_03-026%E2%80%9310_Manipulacion_Alimentos.RequisitosSanitariosManipuladores.pdf
- NTON 03 042-03. Norma técnica de almacenamiento de alimentos. 11 de junio de 2003. CDU 13.060.20.
<https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/1%20Inocuidad%20Alimentaria/Normativas%20Generales/ACTUALIZACION%20051217/Secci%C3%B3n%20Inocuidad%20L%C3%A1cteos/NTON%2003%20041-03%20Almacenamiento%20de%20Productos%20Alimenticios.pdf>
- Normas de Calidad de Agua para Consumo Humano para la calidad de agua para el consumo humano. [Normas CAPRE]. Anexo #1 Parámetros de Calidad de Agua. Septiembre de 1993.
http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/CAPRE_Normas_Regional.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Organización Mundial de la Salud (FAO-OMS). (2005). *Codex alimentarius*. (2^{da} ed.). FAO y OMS. <https://www.fao.org/3/a0369s/a0369s.pdf>
- Reglamento Técnico Centroamericano [RTCA] y NTON 03 069-06. Industria de alimentos y bebidas procesados buenas prácticas de manufactura. Principios generales. Abril de 2003. ICS 67.020 RTCA 67.01.33:06.
<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/nic98358.pdf>
- Reglamento Técnico Centroamericano [RTCA]. ETIQUETADO GENERAL DE LOS ALIMENTOS PREVIAMENTE ENVASADOS (PREENVASADOS). 2005. ICS 67.040 RTCA 67.01.02:10.
http://www.cita.ucr.ac.cr/sites/default/files/archivos_adjuntos/Reglamento%20T%C3%A9cnico%20Centroamericano%20de%20Etiquetado%20General%20de%20los%20Alimentos%20Preenvasados.pdf

VIII. ANEXO

Anexo 1. Plano de acceso a la planta





Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

6.15. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS DE CONTROL HACCP

Autor

Br. Jeffrey Antonio Valverde

Managua, Nicaragua

Noviembre 2021

I. IDENTIFICACIÓN DE LA PLANTA

Nombre de la planta:
Código asignado de la planta:
Dirección:
Teléfono:
Responsable del plan HACCP:
Fecha de revisión:
Aprobación sanitaria nacional:

1.2. Línea de producción y comercialización

Los productos procesados en la planta deshidratadora generalmente son frutas y verduras, los productos terminados son:

- Tomate en rodajas deshidratado.
- Chiltomas en julianas deshidratadas.
- Cebolla en cuadros deshidratada.
- Banano en rodajas deshidratadas.
- Papaya en trozos deshidratados.

1.3. Mercado

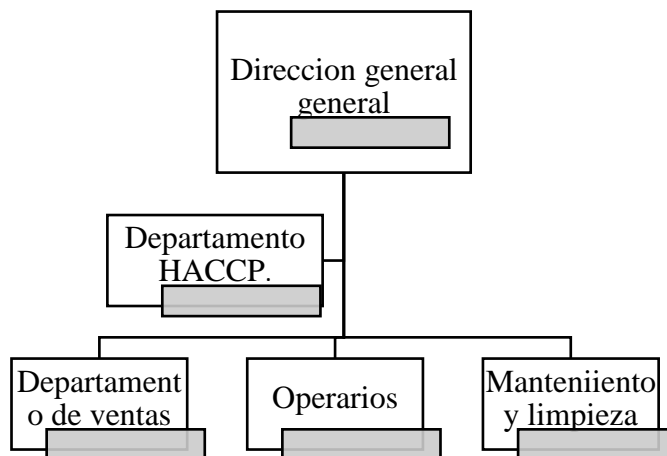
En la planta deshidratadora de alimentos de LIDER-UNA, se presenta como modelo de trabajo el préstamo de servicios a externos. Por lo cual el mercado final depende de empleador de estos servicios.

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE PLANOS

2.1. Áreas verdes y construidas alrededor de la planta

Las instalaciones estructurales de la planta procesadora se encuentran construida en bloques de concreto cimentadas en vigas antisísmicas. El techo de la instalación es de zinc para proteger de la intemperie toda la instalación, los alrededores de la instalación no se encuentran pavimentados, ya que se encuentra cerca de una de las áreas verdes de la universidad nacional agraria.

III. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA PLANTA



IV. EQUIPO HACCP

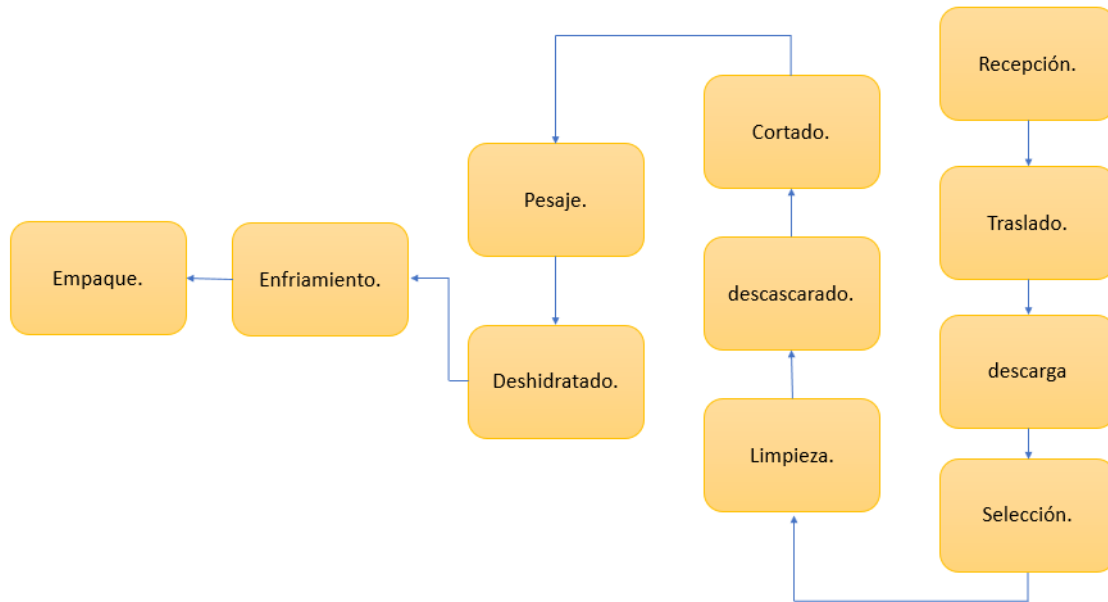
4.1. Integrantes del equipo HACCP

Integrantes	Cargo.	Funciones.
	Director general	Gerenciar el área administrativa de la planta
	Inspector HACCP	Garantizar el cumplimiento de los estándares de salubridad en la planta y sus productos

V. FICHA TÉCNICA DE LOS PRODUCTOS

Nombre del producto.					
Descripción del producto.					
Composición.					
Características sensoriales.	Olor: Color: Textura: Sabor:				
Características físicas.	Ph: Humedad: Temperatura: Conservantes:				
Características microbiológicas.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Microrganismos</th> <th>(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Microrganismos	(m)		
Microrganismos	(m)				
Forma de consumo.					
Consumidores potenciales.					
Empaque.					
Vida útil.					
Condiciones de manejo.					

VI. FLUJOGRAMA DE LOS PRODUCTOS



6.1. Flujogramas de los productos agrícolas sin valor agregado

6.1.1. Recepción

El producto es recibido frente a la planta procesadora donde se verificará el tipo de producto y la procedencia.

6.1.2. Traslado

Se hace una inspección visual rápida para depositar el producto en cajillas plásticas donde serán transportadas dentro de las instalaciones de la planta procesadora

6.1.3. Descarga

se procede a la descarga del producto dentro de panas de acopio, lo suficiente mente grandes para almacenar una cantidad considerable según el tamaño y tipo de producto.

6.1.4. Selección

Se realiza una inspección visual a profundidad para determinar el estado del producto. Este es seleccionado para seguir con el proceso debido gracias a sus características las cuales deben ser idóneas para el consumo humano, de lo contrario si se encuentra golpeado o presenta partes dañadas será desestimado para seguir con el proceso.

6.1.5. Limpieza

El producto que es seleccionado como idóneo para seguir con el proceso, es lavado en panas de acopio para retirar cualquier impureza o contaminante externo el lavado se deberá realizar con agua potable y como desinfectante se usará cloro en concentración de 10ppm.

6.1.6. Descascarado

El descascarado del producto se realiza en recipientes de acopio, una vez el producto se encuentra sin cascaras, este se selecciona depositándolo en un nuevo recipiente y la cascara es desechada.

6.1.7. Cortado

En esta etapa el producto es cortado de acuerdo al tipo de producto y el volumen que este ocupa en las bandejas de deshidratación. También se toma en cuenta la característica del corte según la preferencia del contratante.

6.1.8. Pesado

El producto es pesado antes de pasar a las cámaras de deshidratación, esto para determinar el volumen de entrada en cada cámara según sus especificaciones.

6.1.9. Deshidratado

Por medio de energía solar térmica suministrada por el colector solar de la planta se realiza el proceso de deshidratación, donde el producto según sus características puede perder hasta un 100% de humedad.

6.1.10. Enfriamiento

El producto es sacado de las cámaras de deshidratación para que este pierda temperatura, la cual se gana en el proceso de deshidratado.

6.1.11. Empaque

El producto es trasladado en las bandejas de deshidratado al área de empaque, donde se asignará el tipo de empaque y etiquetado según sus características.

VII. EVALUACIÓN DE PELIGROS Y ANÁLISIS DE RIESGOS

7.1. Estableciendo índice de criterio

7.1.2. Categorización de riesgos: Biológico (B), Físico (F) y Químico (Q)

Cada etapa y peligro se valorará según la gravedad, probabilidad de aparición y la probabilidad de no ser detectado en alta media y baja, además se asignará un valor numérico expresado de la siguiente forma (5: alta, 3: media, 1: baja). Los valores se multiplicarán para obtener la puntuación mínima y máxima.

Gravedad para la salud.	Frecuencia.	Probabilidad de no detección.	Puntuación.
Peligro crítico	Alta	Alta	5
Peligro mayor	Media	Media	3
Peligro menor	baja	baja	1

7.1.3. Interpretación de resultados

- ❖ Nivel de criticidad menores o iguales a 75 será necesarios establecer una medida de control (PC).
- ❖ Nivel de criticidad mayores a 75 será necesario establecer límites críticos de control (PCC)

**VIII. DETERMINACIÓN DE UN PUNTO CRÍTICO DE CONTROL DE
PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO**

Paso operacional	Tipo de peligro potencial	Análisis numérico			Índice de criticidad	Conclusión	Medida de control
		G	F	P			
Recepción							
Traslado							
Descarga							
Selección							
Limpieza							
pelado							
Cortado							
pesado							
Deshidratado							
Enfriado							
empaque							

IX. ANÁLISIS DE RIESGOS

paso operacional	Identificación de peligros potenciales	Peligro significativo	justificación	Medidas preventivas	¿es una etapa PCC? Si/no
Recepción	Biológico				
	Químico				
	Físico				
Traslado	Biológico				
	Químico				
	Físico				
Descarga	Biológico				
	Químico				
	Físico				
Selección	Biológico				
	Químico				
	Físico				
Limpieza	Biológico				
	Químico				
	Físico				
pelado	Biológico				
	Químico				
	Físico				
Cortado	Biológico				
	químico				
	Físico				
Pesado	Biológico				
	Químico				
	Físico				

Deshidratado	Biológico				
	Químico				
	físico				
Enfriado	Biológico				
	Químico				
	Físico				
empaquetado	Biológico				
	Químico				
	físico				

X. PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

Punto crítico de control PCC	Peligros significativos	Limite crítico para cada medida	Procedimientos de monitoreo				Acciones correctivas
			¿Que?	¿Como?	Frecuencia	¿Quien?	

XI. SISTEMA DE VERIFICACIÓN

- De conformidad con los PCC establecidos a través de monitoreos diarios para realizar comparaciones con los límites de control y límites críticos de control de cada PCC anotando los resultados en el formato correspondiente que maneja el responsable del PCC.
- Confirmación diaria de que los procedimientos de tratamiento están siendo aplicados de acuerdo al presente manual.
- Revisión de manera diaria de los registros para confirmar que los parámetros están dentro de lo establecido

XII. BIBLIOGRAFÍA

Avícola la estrella S.A. (2019). *Plan maestro del sistema de análisis de puntos críticos de control*. [Archivo PDF].

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Organización Mundial de la Salud (FAO-OMS). (2005). *Codex alimentarius*. (2^{da} ed.). FAO y OMS. <https://www.fao.org/3/a0369s/a0369s.pdf>

VII. CONCLUSIÓN

- El análisis de la transferencia de calor entre los diferentes componentes de la planta deshidratadora solar indica que la temperatura del aire que llega a las cámaras de deshidratación, permite que estas sean eficientes; sin, embargo, es necesario implementar mejoras para garantizar la eficiencia cuando la irradiancia sea menor a 800 w/m².
- A partir del análisis sobre el estado de los diferentes componentes de la planta deshidratadora solar se hace una propuesta de un plan de mantenimiento para la planta, de manera que se garantice su funcionamiento optimo en el tiempo.
- Al no existir un plan Procedimientos Operativos Estándares de Saneamiento en la planta deshidratadora se generó una propuesta tomando en cuenta la normativa nacional e internacional en materia de procesamiento de alimentos.
- Se generó una propuesta de Plan de Análisis de Peligros y Puntos de Control HACCP para el proceso de producción de la planta, ya que actualmente no se cuenta con uno para su aplicación, lo cual es de vital importancia para una planta procesadora de alimentos.

VIII. RECOMENDACIONES

- Ejecutar plan de mantenimiento propuesto de forma inmediata

- Aprobar y apropiarse del Plan de Procedimientos Operativos Estándares de Saneamiento y el Plan de Análisis de Peligros y Puntos de Control HACCP.

- Formular un presupuesto en conjunto con la administración de la UNA para operativizar los planes propuestos.

IX. BIBLIOGRAFIA

De Michelis, A y Ohaco, E. (s.f.). *DESHIDRATACIÓN Y SECADO DE FRUTAS, HORTALIZAS Y HONGOS, Procedimientos hogareños y comerciales a pequeña escala*. INTA EDICIONES.

<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/2712/2132>

Díaz Santamaría, L. (2016). *Diseño, construcción y análisis energético de paneles solares de aire forzado para un horno de deshidratado de frutas*. [Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador].

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16727/1/CD-7307.pdf>

Duffie & Beckman. (2006). *Solar Ingeneering of Thermal Processes*. (4^a ed.). WILEY.

Fito Maupoey, P., Andrés Grau, A. M., Barat Baviera, J. M., y Albors Soralla, A. M. (2001). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. (1^{era} ed.). Universitat Politècnica De València.

https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true

Galaviz Rodríguez, J. V., Cervantes Hernández, B. A., Martínez Carmona, R, y Cortés Aburto, O. (2017). Deshidratador solar de cama plana con materiales refractarios. *Revista de Energías Renovables*, 1(1), 32-39.

https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista de Energias Renovables/vol1num1/Revista de Energias Renovables V1 N1 4.pdf

García, L. E, Mejía, M. F, Mejía, D. J, y Valencia, C. A. (2012). Diseño y construcción de un deshidratador solar de frutos tropicales. *Avances Investigación en Ingeniería*, 9(2), 9-19.

https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf

González Chan, G. E. (2010). *Construcción de un secador solar de tipo indirecto para la deshidratación de productos agrícolas*. [Tesis de grado, Universidad de Quintana Roo].

<http://192.100.164.54/T/TJ810.C446.2010-59953.pdf>

Guevara Blanco, A. R. y Sabas Seguras. J. (2017). Diseño y construcción de un deshidratador solar para fresa. *JÓVENES EN LA CIENCIA: REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA*, 3, 114-119.

<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2220/1721>

Ivars, Y., Mora, J., y Manavella, F. (2017). Deshidratador Solar Patagónico Familiar. [Archivo PDF].

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_deshidratador_solar_patagonico.pdf

Madrid Vicente, A. (2009). ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y DE CONCENTRACIÓN: MANUAL PRÁCTICO DE DISEÑO, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO. [Archivo PDF].

Mercado, C. E. (2007). Los ámbitos normativos, la gestión de la calidad y la inocuidad alimentaria: una visión integral. *Agroalimentaria*, 12(24). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542007000100009

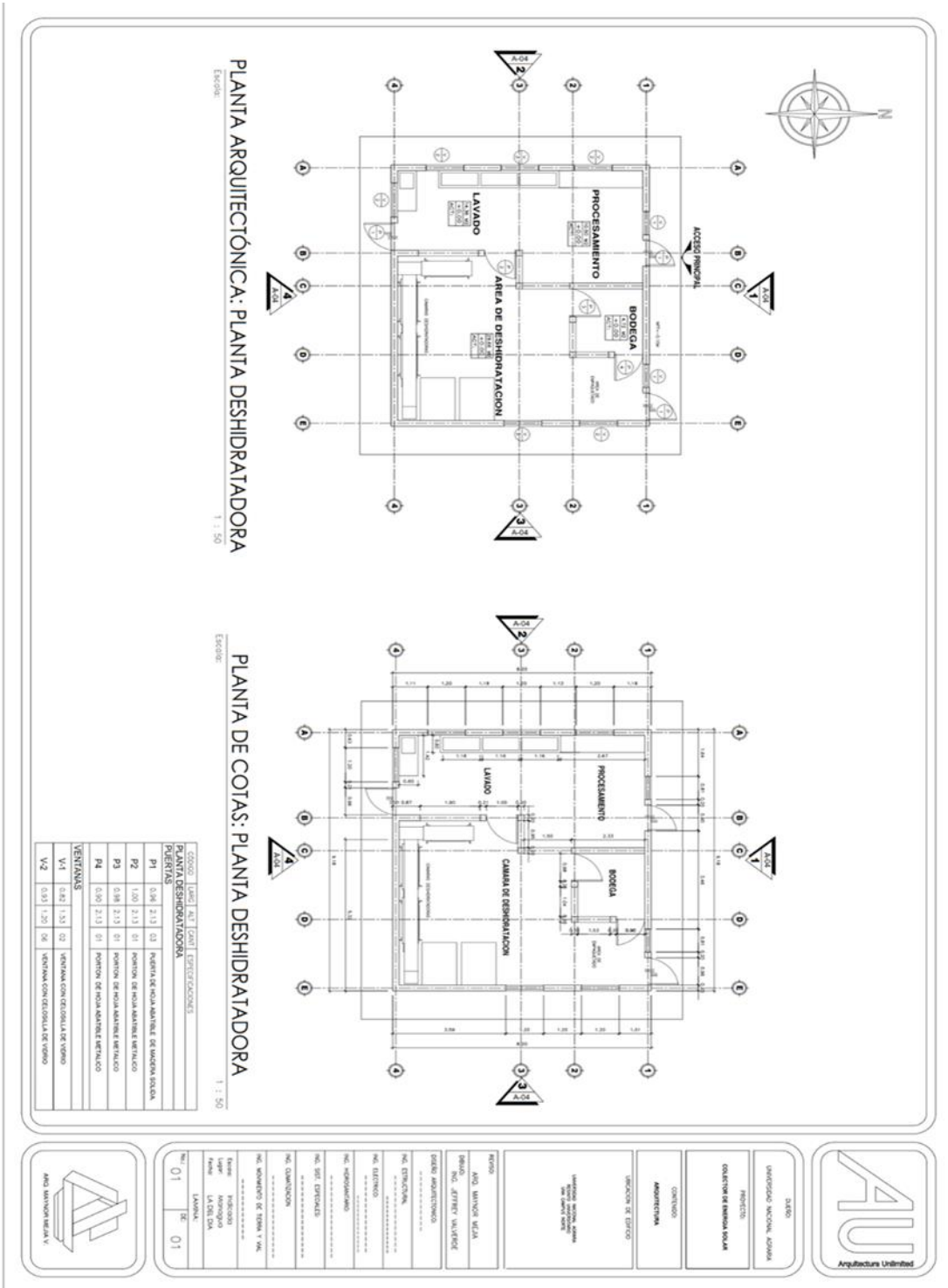
Iglesias Díaz, R., Pantoja Enriquez, J., Moreira Acosta, J., y Ibáñez Duharte, G. (2011). Diseño de un secador solar con circulación forzada. *LACANDONIA*, 5(1), 79-88.

SOLARGIS. (20 de octubre de 2021). Mapa de recursos solares de Nicaragua. <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/nicaragua>

Schallenberg Rodríguez, J. C., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., Unamunzaga Falcón, P., García Déniz, R., DíazTorres, M., Cabrera Pérez, D., Martel Rodríguez, G., Pardilla Fariña, J. y Subiela Ortin, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. (1^{ra} ed.). Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

X. ANEXOS

Anexo 2. Planta arquitectónica deshidratadora LIDER-UNA



Anexo 3. Tabla Excel del cálculo de eficiencia.

día 4						
hora	T°Amb C	T° Sali-ducto-colector C	Rad	Qu	n´	(ts-te)/R.UNA
07:30	26	24.8	459	-9542.4378	-0.4331	-0.0026
08:30	26	37.6	441	92243.5652	4.3577	0.0263
09:30	28	49.5	829	170968.6768	4.2966	0.0259
10:30	30	63.3	1052	264802.6483	5.2440	0.0317
11:30	30	68	543	302177.1962	11.5937	0.0700
12:30	31	66	341	278321.1018	17.0040	0.1026
01:30	31	64	387	262417.0388	14.1267	0.0853
02:30	31	50.2	131	152679.0044	24.2810	0.1466
03:30	28	49.9	509	174149.4894	7.1279	0.0430
04:30	30	42.7	46	100990.7998	45.7386	0.2761

día 5						
Hora	T°Amb C	T° Sali-ducto-colector C	Rad	Qu	n´	(ts-te)/R.UNA
07:30	23	24.4	75	11132.8441	3.0925	0.0187
08:30	29	38.6	443	76339.5022	3.5901	0.0217
09:30	30	51.4	934	170173.4737	3.7958	0.0229
10:30	32	64.2	918	256055.4137	5.8110	0.0351
11:30	32	70.3	967	304562.8057	6.5616	0.0396
12:30	31	72.5	911	330009.3064	7.5469	0.0456
01:30	32	70.2	834	303767.6025	7.5881	0.0458
02:30	32	63.4	523	249693.7885	9.9464	0.0600
03:30	32	55.4	445	186077.5366	8.7115	0.0526
04:30	32	47	22	119280.4722	112.9550	0.6818

día 18						
hora	T°Amb C	T° Sali-ducto-colector C	Rad	Qu	n´	(ts-te)/R.UNA
07:30	26.7	24.4	56	-18289.6724	-6.8042	-128.8000
08:30	26.4	39.3	610	102581.2061	3.5035	7869.0000
09:30	26.7	49.9	749	184487.1303	5.1315	17376.8000
10:30	27.2	53.4	855	208343.2248	5.0766	22401.0000
11:30	29.1	50.7	882	171763.8800	4.0572	19051.2000
12:30	31.2	56.8	839	203572.0059	5.0549	21478.4000
01:30	31.9	54.2	761	177330.3020	4.8546	16970.3000
02:30	32.6	46.3	476	108942.8313	4.7682	6521.2000
03:30	31.5	38.4	239	54869.0172	4.7829	1649.1000
04:30	29.3	34.5	63	41350.5637	13.6741	327.6000