

MANUAL DE USUARIO ADMINISTRATIVO DE LA APLICACIÓN “HORNIAPP” 2021



AGROSAVIA

Autores:

Luz Esperanza Prada Forero.

Jader Rodríguez Cortina.

Paula Helena Reyes Herrera.

Fabian Andrés Velásquez Ayala.

John Javier Espitia.

Henry Alberto Hernández Martínez

Resumen

Manual de usuario

Una de las demandas de productores, asistentes técnicos, constructores o fabricantes de hornillas paneleras y tomadores es la implementación de las OT de hornillas ecoeficientes tipo Cimpa, pero el diseño de la hornilla es un proceso que toma varios días y que requiere personal especializado con conocimiento en el tema, situación que ha llevado al uso de diseños empíricos o copia de diseños para otras condiciones lo que conlleva a que muchas hornillas presenten un alto consumo de combustible, emisión de material particulado y gases de combustión con altos contenidos de CO₂, altas temperaturas de los gases de combustión a la salida de la chimenea y mayores tiempos de proceso que afectan no solo la economía del productor sino directamente la calidad de la panela. Este documento ofrece al usuario administrador las especificaciones técnicas y de manejo de la aplicación “Sistema Experto Para El Diseño Estándar De Hornillas Térmicamente Eficientes”. Esta herramienta desarrollada por Agrosavia, se basa en un modelo computacional que permite a cualquier usuario diseñar la hornilla apropiada a sus condiciones de cultivo y proceso.

Palabras clave: Modelo computacional, algoritmos de optimización, hornilla, panela.

Contenido

	<u>Pág.</u>
	I
Resumen	III
Lista de figuras.....	VI
Introducción	1
Manual de usuario.....	4
1.1 Interfaz de usuario.....	4
1.2 Esquema para la generación de informes y mapas	5
1.3 Repositorio	14

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. Pantalla principal para ingreso de usuarios al sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	4
Figura 2. Pantalla para entrada de requerimientos de ingreso del usuario corporativo al sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	5
Figura 3. Pantalla para ingreso de datos del usuario del sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	6
Figura 4. Pantalla del sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes para ingreso de datos de las variedades de caña sembradas.	6
Figura 5. Detalle de los botones de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	7
Figura 6. Pantalla generada con el primer botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	7
Figura 7. Pantalla generada con el segundo botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	8
Figura 8. Pantalla generada con el tercer botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	9
Figura 9. Pantalla generada con el cuarto botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	10
Figura 10. Pantalla generada con el quinto botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	10

Figura 11. Detalle del panel de descarga en la pantalla de cada vista del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	11
Figura 12. Pantalla del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.....	11
Figura 13. Pantalla del formulario de contacto presentado al usuario por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.....	12
Figura 14. Pantalla de la bibliografía complementaria utilizada por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.....	12
Figura 15. Pantalla de la información del equipo de investigación que desarrollo la aplicación del sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.....	13
Figura 17. Pantalla del contenido del repositorio generado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.....	14
Figura 18. Pantalla del Wiki utilizado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.	14

Introducción

De acuerdo con la dirección de cadenas agrícolas y forestales del ministerio de agricultura y desarrollo social del Colombia (MADR), La producción mundial de Azúcar No Centrifugado (Panela) para el 2018 fue de 12.028.000 t y está relativamente concentrada en 5 países, los cuales presentan una producción significativa. Colombia con una producción de panela en 2018 de 1.787.000 t, es el segundo mayor productor con una participación promedio del 16% en los últimos años (MADR, 2020).

La producción en América Latina se caracteriza porque es realizada en pequeñas explotaciones campesinas, en zonas de montaña con escasa mecanización, utilizando principalmente la mano de obra familiar. Así, existen aproximadamente 50.000 trapiches en América Latina que emplean alrededor de un millón de personas. En orden de importancia, los países de América Latina, productores de panela, son: Colombia, Brasil, Venezuela, Guatemala, México, Honduras, Perú, Haití, Costa Rica, Nicaragua, Panamá. (FAO, 2007. p. XI).

En Colombia el Ministerio de agricultura y desarrollo rural reporta un área sembrada en 2019 de 201.000 mil ha, con un rendimiento promedio de 6,5 t de panela/ha, en 511 municipios de 28 departamentos, encontrándose en Cundinamarca, Cauca, Antioquia, Santander, Boyacá, Nariño, Valle del Cauca, Norte de Santander, Risaralda y Huila el 83% del área cultiva. La producción de panela genera alrededor de 287.000 empleos y se dedica el 99% de su producción al consumo interno y el resto a exportación. Históricamente EE. UU. es el principal socio comercial, no obstante, en 2017-2018, España aumentó sus importaciones casi igualando a EE. UU. y otros países europeos ha venido prefiriendo nuestro sabor y aroma. (MADR, 2020).

Una de las demandas de este renglón económico de Colombia, es la implementación de las OT de hornillas desarrolladas por Agrosavia, la cual es impulsada por el interés de productores, asistentes técnicos, constructores o fabricantes de hornillas paneleras y tomadores de decisiones. En la hornilla panelera, se genera y transfiere el calor necesario para concentrar en un sistema de evaporación abierta, el jugo de la caña; de tal forma que la cantidad de energía aprovechada se relaciona directamente con el suministro de aire y bagazo, la eficiencia de la combustión, y la cantidad de energía disipada a los alrededores

(Holman, 1995). Estas variables de operación y transferencia se relacionan entre sí y debido a su complejidad y cantidad, dificultan las tareas de manipulación y diseño de la hornilla.

De esta forma actualmente, para cualquier usuario el diseño de la hornilla es un proceso que toma varios días, que requiere de un proceso individual el cual debe ser realizado por personal especializado con conocimiento en el tema, puesto que requiere del cálculo para su dimensionamiento, basado en variables tales como: la ubicación geográfica del sitio, la experiencia del diseñador, capacidad prevista, las dimensiones del área disponible o las características propias de las variedades de caña de azúcar que el productor tiene o proyecta sembrar para la producción de panela.

Debido a la situación anteriormente mencionada, existe la posibilidad de que no se brinde una solución tecnológica a cada usuario que lo solicite, ya que, la forma de generar una propuesta de valor para una hornilla es un proceso sin sistematizar que lo convierte en una tarea tediosa y difícil de realizar, factor que ha generado que los productores acudan a diseños empíricos o de algunas hornillas tipo Cimpa realizados para otro productor, que generalmente se efectuaron bajo otras condiciones de altura y capacidad. Situación que conlleva a que muchas hornillas presenten un alto consumo de combustible, altas temperaturas de los gases de combustión a la salida de la chimenea, emisión de material particulado y gases de combustión con altos contenidos de CO₂ y mayores tiempos de proceso que afectan no solo la economía del productor sino directamente la calidad de la panela en los parámetros de dureza, color, olor sabor y contenido de impurezas

Para facilitar el diseño de las hornillas paneleras, a finales de los años ochenta, con base en simulaciones termodinámicas de la combustión del bagazo de caña a diferentes humedades, el Cimpa creó una herramienta de diseño de la hornilla, la cual ha sufrido varias reformas, donde se destacan las realizadas, conjuntamente por la Corporación colombiana de investigación agropecuaria sede Cimpa y la Universidad industrial de Santander (UIS-CEIAM) en 1991 y en el 2004. En la primera, se implementó un sistema de archivos y ventanas de interfaz gráfica, en Visual Basic 4 y Windows 95, para facilitar el manejo de la herramienta (Mahecha, 1991), (García, 1991), (Mahecha 1991) y (Gordillo y García, 1992), (Montoya y Romero, 1999) y (Hernández, 1999), en la segunda, con nuevos parámetros de diseño y operación, se creó un modelo matemático más riguroso para el diseño de la cámara de combustión Ward-Cimpa, utilizando Aspen Hysys (Castillo, *et. al.*, 2004), (Gómez y Soler, 2004), (Hernández, 2004), (Castillo *et. al.*, 2004) y (García, 2007) Este último modelo, fundamentado en estudios realizados bajo condiciones controladas en la hornilla piloto de Corpoica, tipo Ward-Cimpa, brinda información del flujo de gas, las temperaturas del horno y la eficiencia de la combustión; pero no tiene en cuenta

variables como, la pérdida energética por material no quemado y el flujo de aire de alimentación del bagazo.

Posteriormente en 2010, con el apoyo del MADR Agrosavia-UIS en un trabajo de investigación experimental cuantitativa con un diseño de bloques al azar, donde se evaluó las pérdidas energéticas, la posición de la válvula mariposa, los periodos de alimentación del bagazo, la distribución de la energía suministrada y la potencia, a una muestra representativa de hornillas tipo Ward-CIMPA que operan en la Hoya del Río Suárez, realizo nuevos ajustes que permitieron resultados con el 95% de confianza (Bonilla y Zabala, 2010), (González, 2010), (Mendieta *et. al.*, 2011), (Beleño y Velosa, 2011), (Mendieta *et. al.*, 2011), (Camacho y Núñez, 2012), (Ortiz y Ramírez, 2012), (Prada *et. al.*, 2012) y (Rojas y Castellanos, 2012).

Trabajos posteriores buscaron incorporar la cinética de las reacciones de combustión, los fenómenos de transporte de masa y energía en lecho fijo, (Deaguas, 2013), (Sánchez, 2013), (Sánchez *et al.*, 2013), (Sánchez y Mendieta, 2014), y (Rodríguez *et. al.*, 2018).

En el 2018 Agrosavia con la financiación de MADR con el proyecto “Estrategias de proceso para mejorar la inocuidad y calidad de la panela” inició el desarrollo de la aplicación sistema experto para el diseño de hornillas térmicamente eficientes; cuyo objetivo principal es facilitar el diseño de la hornilla bajo los parámetros técnicos apropiados a los usuarios del subsector panelero colombiano a través de una herramienta basada en software, intuitiva y abierta; con el fin de que un gran número de personas que tengan la intención de modificar, actualizar o construir una hornilla para la producción de panela lo consigan sin un conocimiento de ingeniería especializado.

La aplicación informática “Sistema Experto para el diseño de hornillas” cuyo manual de instrucciones y manejo para el usuario administrador se presenta en este documento busca dar respuesta a las demandas del mercado de implementación de las OT de hornillas desarrolladas por Agrosavia, cumpliendo con unos de los Megas del propósito superior de Agrosavia como es “Fortalecer la conexión con el productor y el sector agropecuario, el modelo de vinculación de OT y la medición del impacto”.

Este documento presenta al usuario administrador (corporativo), conceptos sencillos como el manejo de la App y la generación de un informe, y temáticas especializadas como la instalación y puesta en servicio en un servidor de forma local o remota. Con el fin de presentar la información de forma organizada se ha construido el siguiente manual de usuario.

Manual de usuario

La aplicación “Sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes” es un programa de inteligencia artificial diseñado para seleccionar y proponer el tipo y diseño de hornilla para la producción de panela apropiado a los parámetros dados por el usuario. En este capítulo se presenta la descripción general de la aplicación y la forma de interactuar el usuario con ella desde un terminal remoto.

La aplicación es un sitio WEB en desarrollo que consta de tres partes; la primera es la interfaz gráfica de usuario, la segunda el esquema para la generación de informes y mapas y, por último, el repositorio para el almacenamiento de código de forma permanente en la nube; las cuales se describen detalladamente a continuación.

1.1 Interfaz de usuario

El sistema experto cuenta con una interfaz WEB, la cual a través de una pantalla de presentación le permite al usuario seleccionar entre dos opciones, la primera para el inicio directo a la aplicación y la segunda para que usuario corporativo acceda a la base de datos de los usuarios (figura 1).

Figura 1. Pantalla principal para ingreso de usuarios al sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.



Fuente: el autor

La primera opción es un enlace directo para iniciar la aplicación, la cual puede ser accedida por todos los usuarios, en ella el usuario puede generar un informe con un diseño de una hornilla, a partir de la entrega de información general del cultivo, posible ubicación geográfica y tiempo de trabajo de la hornilla.

La segunda opción es un enlace a la base de datos de usuarios, la cual le permite al administrador acceder a la información de todos los usuarios que han interactuado con la aplicación y se registraron en la base de datos corporativa. Esta opción esta restringa al usuario corporativo, quien requiere de una identificación y contraseña asignados por la corporación y debe tratar la información recolectada conforme a la ley de tratamiento de datos personales del MinTIC (figura 2).

Figura 2. Pantalla para entrada de requerimientos de ingreso del usuario corporativo al sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes

Fuente: el autor

1.2 Esquema para la generación de informes y mapas

La interfaz para la generación de informes de usuario se compone de varias secciones, formulario de datos de entrada, vista y entrega de informes

La primera sección presenta un formulario de datos de entrada (figura 3), donde el usuario ingresa los siguientes datos:

* Identificación personal: nombre del usuario o entidad, correo electrónico, número de celular o teléfono de contacto, país, departamento y ciudad.

* Características del cultivo de caña que se desea procesar: área sembrada, área proyectada para cultivo en los próximos 5 años,

* Condiciones de procesamiento en la hornilla: número de moliendas al mes, días de trabajo a la semana, horas de trabajo al día.

Figura 3. Pantalla para ingreso de datos del usuario del sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

FORMULARIO

Por favor, complete los siguientes campos (* indica que el campo es obligatorio).

Datos de usuario

<p>Nombre de usuario o entidad*:</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="Ej. AGROSAVIA"/>	<p>Correo electrónico*:</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="@"/>
<p>Número de contacto*:</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="Ej. 3121234567"/>	<p>País:</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="Colombia"/>
<p>Departamento:</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="Santander"/>	<p>Ciudad:</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="Barbosa"/>

Datos del cultivo

<p>Altura del sitio (metros):</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="1000"/>	<p>Área de caña sembrada (Hectáreas):</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="18"/>
<p>Área proyectada para cultivo en los próximos 5 años (Hectáreas):</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="0"/>	<p>Número de moliendas al mes:</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="2"/>

Datos de proceso

<p>Días de trabajo de la hornilla a la semana:</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="6"/>	<p>Horas de trabajo de la hornilla al día:</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="12"/>
--	---

Preguntas

<p>¿Utiliza fertilizante y realiza control de la maleza?</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="NO"/>	<p>¿Conoce las variedades de caña sembradas?</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="NO"/>
---	---

Fuente: el autor

En esta misma página se solicita al usuario responde con “si o no” las consultas ¿utiliza fertilizantes y control químico de malezas? Y ¿conoce las variedades de caña sembradas? cuando, el usuario no conoce las variedades de caña sembradas el sistema asigna un valor por defecto (la variedad cosechada más comúnmente en Colombia). En caso contrario cuando el usuario responde si, en esta misma ventana se despliega la opción para que pueda seleccionar hasta 10 tipos de caña sembradas e indicar el área sembrada correspondiente a cada variedad. Para la selección de la variedad el usuario cuenta con una base de datos de alrededor de 150 variedades disponibles (figura 4).

Figura 4. Pantalla del sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes para ingreso de datos de las variedades de caña sembradas.

Complete la siguiente información

Variedades de caña sembrada

1

Área sembrada en el sitio

Variedad de caña 2:

"RD75-11, -Valor por defecto-, °Brix= 19.2"

0,5

ha

Variedad de caña 4:

"RD75-11, -Valor por defecto-, °Brix= 19.2"

0,5

ha

Variedad de caña 6:

"RD75-11, -Valor por defecto-, °Brix= 19.2"

0,5

ha

Variedad de caña 8:

"RD75-11, -Valor por defecto-, °Brix= 19.2"

0,5

ha

Variedad de caña 1:

"RD75-11, -Valor por defecto-, °Brix= 19.2"

0,5

ha

Variedad de caña 3:

"RD75-11, -Valor por defecto-, °Brix= 19.2"

0,5

ha

Variedad de caña 5:

"RD75-11, -Valor por defecto-, °Brix= 19.2"

0,5

ha

Variedad de caña 7:

"RD75-11, -Valor por defecto-, °Brix= 19.2"

0,5

ha

Variedad de caña 9:

"RD75-11, -Valor por defecto-, °Brix= 19.2"

0,5

ha

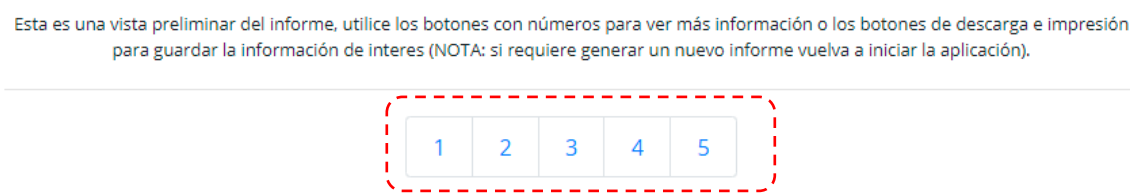
Panel de selección de las variedades de caña

Panel de asignación de área sembrada.

Fuente: el autor

Una vez se han diligenciado los datos del usuario y cultivo se pulsa el botón generar (anteriormente señalado con rojo en la figura 3), y así, la aplicación presenta un informe que tiene 5 vistas previas de consulta presentadas al usuario, antes de que descargue la versión extendida del informe en forma de documento (figura 5).

Figura 5. Detalle de los botones de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

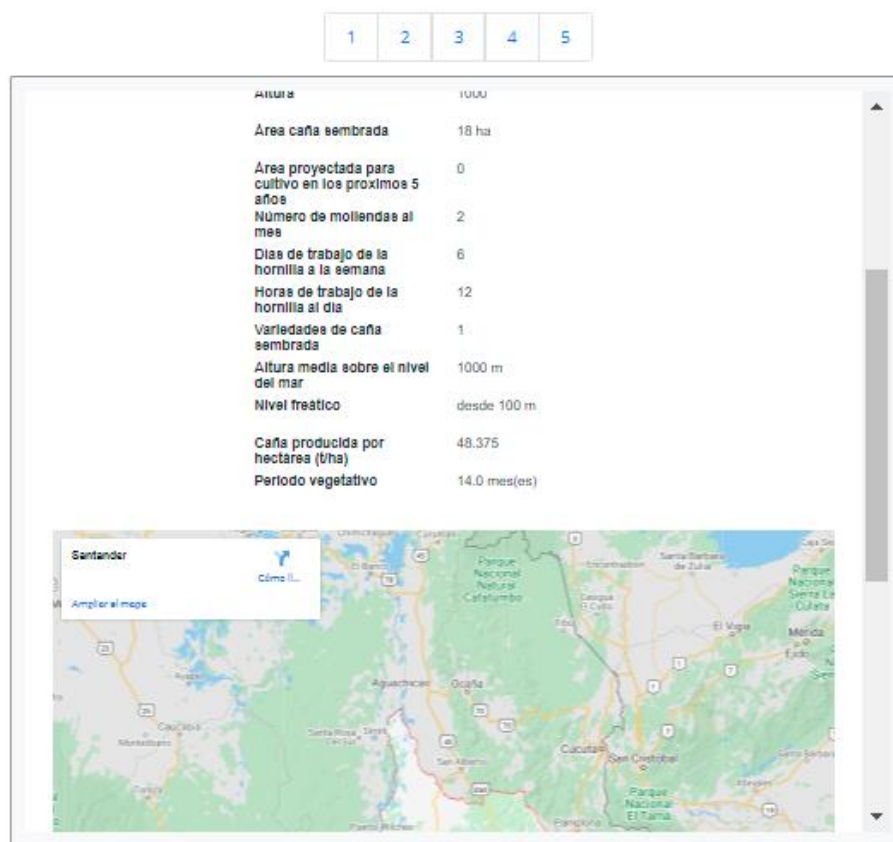


Fuente: el autor

La primera vista del informe se presenta un resumen de los datos ingresados por el usuario y los datos generales generados por la aplicación para estimar las dimensiones de la hornilla y generar el informe (figura 6).

Figura 6. Pantalla generada con el primer botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

Esta es una vista preliminar del informe, utilice los botones con números para ver más información o los botones de descarga e impresión para guardar la información de interés (NOTA: si requiere generar un nuevo informe vuelva a iniciar la aplicación).



Fuente: el autor

La segunda vista muestra las características fisicoquímicas de los jugos de cada una de las variedades de caña de azúcar, seleccionadas por el usuario o por la aplicación cuando el usuario no conoce la variedad sembrada (figura 7). La aplicación muestra las características fisicoquímicas reportadas por la Corporación colombiana de investigación colombiana en los catálogos de variedades de caña para la producción de panela (Insuasty *et. al.*, 2003) y (Insuasty *et. al.*, 2014).

Figura 7. Pantalla generada con el segundo botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

DATOS DE LA(S) VARIEDAD(ES) DE CAÑA SELECCIONADA(S)	
Variedad de Caña 1	RD75-11
Grados Brix de la caña 1	19.2
pH	5.7
Azúcares reductores (%)	0.9
Sacarosa (%)	18.2
Pureza (%)	94.8
Fósforo (ppm)	66
>-----< >-----<	
VISTA PREVIA DE LA(S) VARIEDAD(ES) DE CAÑA SELECCIONADA(S)	
Variedad de caña 1	
1	

Fuente: el autor

La tercera vista indica las características de los molinos seleccionados por la aplicación para operar bajo las condiciones de diseño de la hornilla seleccionada (figura 8). Los molinos se seleccionan de las páginas electrónicas de fabricantes disponibles en el mercado.

Figura 8. Pantalla generada con el tercer botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

1	2	3	4	5
INFORMACIÓN DE(L O LOS) MOLINO(S) PRE-SELECCIONADO(S)				
Parámetros de selección de un molino de acuerdo con los cálculos de la hornilla.				
Caña molida al mes	62.196	t/mes		
Area cosechada al mes	1.286	ha/mes		
Caña molida a la semana	31.096	t/semana		
Caña molida por Hora	0.432	t/hora		
Masa de panela	30.933	kg/hora		
Capacidad del Molino	561.496	kg/hora (calculado)		
Valor aproximado de un molino	\$ 10,000,000.00			

Fuente: el autor

La cuarta vista presenta un resumen económico de la propuesta de valor que la aplicación entrega al usuario (figura 9).

Figura 9. Pantalla generada con el cuarto botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

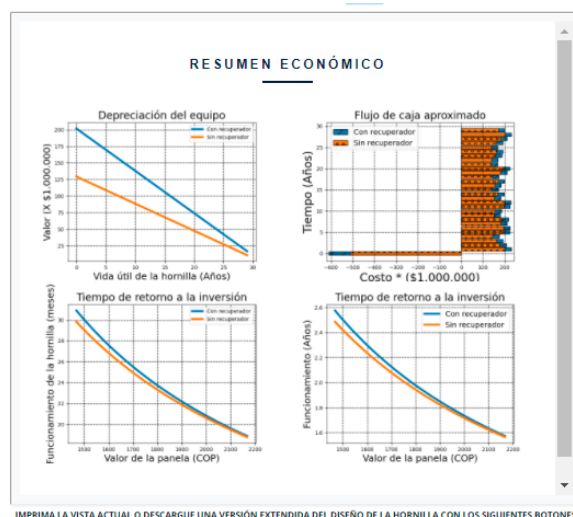


VISTA PREVIA DEL INFORME ECONÓMICO	
VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN	
Descripción	Valor aproximado
Valor total de la construcción de la hornilla	\$ 60,847,554.00
Valor total de la construcción del recuperador de calor	\$ 72,589,900.00
Valor total del gasto operativo durante la construcción	\$ 61,200,000.00
Seguro contra gastos imprevistos (2% del total de la construcción de la hornilla)	\$ 1,216,952.00
Movilidad	\$ 6,000,000.00
Valor total de la construcción con recuperador de calor	\$ 201,854,406.00
Valor total de la construcción sin recuperador de calor	\$ 129,264,506.00

Fuente: el autor

La quinta vista describe gráficamente el análisis económico aproximado de la hornilla propuesta. Para el análisis económico del retorno a la inversión el sistema experto utiliza los valores de los datos en el tiempo en que se presenta la información y para el cálculo del flujo de caja utiliza el modelo predictivo de Redes Neuronales, para estimar el precio de la panela en los siguientes cinco años (figura 10).

Figura 10. Pantalla generada con el quinto botón de selección de vistas del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.



Fuente: el autor

Los botones que se encuentran al final de cada vista le permiten al usuario realizar una impresión de la respectiva vista actual donde se encuentra ubicado o descargar la versión extendida del informe en formato pdf. (figura 11)

Figura 11. Detalle del panel de descarga en la pantalla de cada vista del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

IMPRIMA LA VISTA ACTUAL O DESCARGUE UNA VERSIÓN EXTENDIDA DEL DISEÑO DE LA HORNILLA CON LOS SIGUIENTES BOTONES.



Fuente: el autor

La versión extendida del informe contiene una carta de presentación de la propuesta al usuario, la información del usuario, un diagrama de la ubicación de la hornilla con la posición de los intercambiadores de calor (pailas), los planos con las características y dimensiones de cada paila, la chimenea y la cámara (figura 12).

Figura 12. Pantalla del informe presentado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.



Fuente: el autor

Adicionalmente la aplicación ofrece la opción de un formulario de contacto el cual le permite al usuario enviar un mensaje de ayuda, que llegará a un correo corporativo de atención al cliente, para ser direccionado a un asesor experto en el diseño de hornillas (figura 13).

Figura 13. Pantalla del formulario de contacto presentado al usuario por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

CONTACTO

Llene los siguientes campos (recibirá una respuesta a su inquietud vía correo electrónico).

Nombre:

Correo electrónico (de contacto):

@

Mensaje:

Adjuntar archivo

"El nombre del archivo no debe contener caracteres especiales o espacios (max. 20 MB)"

Adjuntar archivo

ENVIAR

BORRAR FORMULARIO

Fuente: el autor

La aplicación le permite al usuario conocer la bibliografía de la información complementaria empleada en el sistema para los cálculos (figura 14).

Figura 14. Pantalla de la bibliografía complementaria utilizada por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

BIBLIOGRAFÍA

Las imágenes cartográficas y altura sobre el nivel del mar se basan en:

1. Google maps.
2. Google earth.

El establecimiento del nivel freático se basa en los siguientes documentos:

1. IDEAM (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá: Ideam: 452 pp.
2. IDEAM (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá: Ideam: 493 pp.
3. Miguez-Macho, G. (2013). Global Patterns of Groundwater Table Depth. DOI: 10.1126/science.1229881.

Las variables de los jugos de la panela, la caña de azúcar y periodo vegetativo se tomaron de:

1. Insuasty Burbano, Orlando. Variedades de caña de azúcar empleadas para la agroindustria panelera de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2014.
2. Universidad de Pamplona. Módulo 4: Variedades de caña para la producción de panela. Consultado en mayo de 2020.
3. Insuasty Burbano, Orlando. Catálogo de variedades de caña para la producción de panela en la hoya del río Suárez. 2003.
4. Manrique e Insuasty. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la producción de caña y panela. FAO, consultado en mayo del 2020.
5. Gallego Duque, José Leomad. Cultivo de la caña panelera en la zona cafetera. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA 1996.
6. López Lopera, Juan Gonzalo. Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela en Antioquia. CORPOICA 2015.

Algunas publicaciones de referencia para la elaboración de esta aplicación:

1. Rodríguez J, Velásquez F, Espitia J, Escobar S, Mendieta O. Thermal performance evaluation of production technologies for non-centrifuged sugar for improvement in energy utilization. *Energy* 2018. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.127>

Fuente: el autor

La aplicación también le muestra al usuario la información de los integrantes del equipo de investigación que desarrolló la aplicación (figura 15).

Figura 15. Pantalla de la información del equipo de investigación que desarrolló la aplicación del sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.

ACERCA DE NOSOTROS

- La APP Sistema Experto es un proyecto desarrollado de forma colaborativa por varios investigadores de AGROSAVIA.
- El objetivo principal de este proyecto es proporcionar al sector agrícola una herramienta basada en software intuitiva y abierta, con el fin de que un gran número de personas que tengan la intención de modificar, actualizar o construir una hornilla para la producción de panela lo consigan sin un conocimiento de ingeniería especializado.
- El objetivo de esta página es proporcionar al usuario acceso a la aplicación, información acerca de su funcionamiento y soporte técnico especializado.

Colaboradores:

- Luz Esperanza Prada Forero.
- Jader Rodríguez Cortina.
- Paula Helena Reyes Herrera.
- Fabian Andres Velasquez Ayala.
- John Javier Espitia.
- Henry Hernández Martínez.

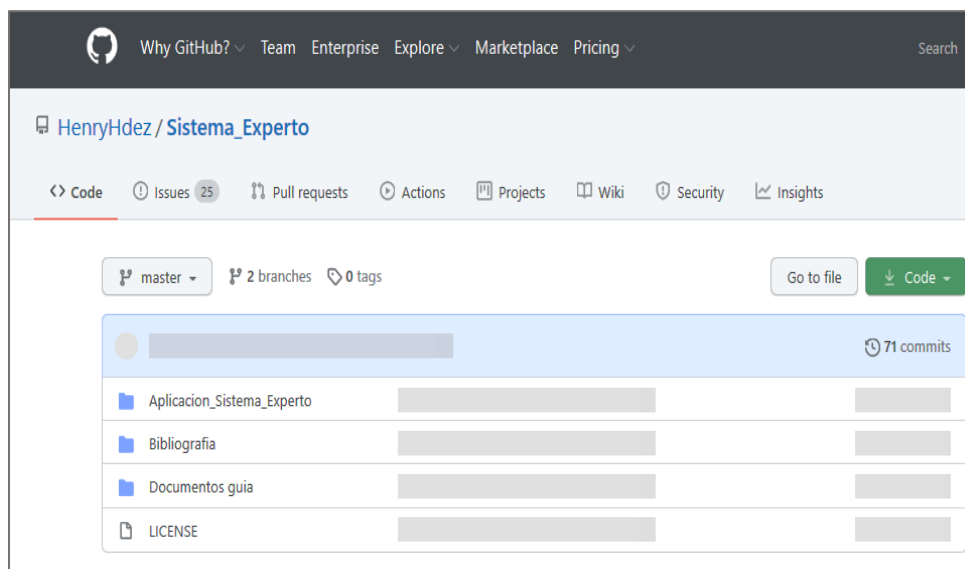
Fuente: el autor

1.3 Repositorio

La aplicación desarrollada cuenta con un repositorio (enlace: https://github.com/HenryHdez/Sistema_Experto) que además de ser un respaldo de la información, les permite a los usuarios administradores acceder a esta información, descargarla o modificarla para realizar los cambios o ajustes sin interferir con la página en funcionamiento. Este repositorio agrupa la información en 3 carpetas principales y en una sección de documentación o WIKI.

La primera carpeta del repositorio contiene el código desarrollado para el funcionamiento de la aplicación, la segunda carpeta los archivos de dominio público que relacionan la información complementaria usada para el desarrollo de la aplicación y la tercera carpeta los documentos guía como planos de hornillas, pailas, chimeneas y cámaras tomados como ejemplo para reproducirlos (de uso propio) y el borrador del modelo implementado en el sistema experto. (Figura 1-19)

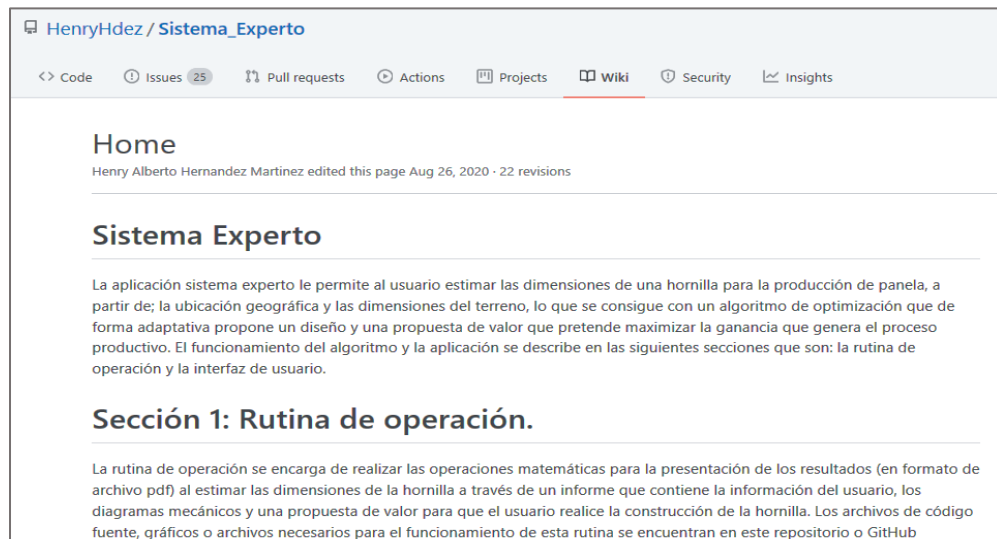
Figura 16. Pantalla del contenido del repositorio generado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.



Fuente: el autor

El WIKI es guía rápida de como acceder a la aplicación ya que es un resumen de la información relevante presentada en este documento para ofrecer al usuario una idea general de cómo manejar y acceder a la aplicación. (Figura 1-20).

Figura 17. Pantalla del Wiki utilizado por el sistema experto para el diseño estándar de hornillas térmicamente eficientes.



Fuente: el autor