**“INNOVANDO ENERGÍA 2022”**

**ANEXO TÉCNICO**

**I Identificación y Datos Generales**

|  |  |
| --- | --- |
| **Título de la propuesta: Desarrollo e implementación de un sistema automático con tecnología IoT para el proceso de secado de cacao en la empresa Agro floresta Mesoamericana** | |
| **Duración en etapas y meses:** | **Etapa 1: Diseño y fabricación de PCBs**  **Etapa 2: Ensamble de dispositivos**  **Etapa 3: Desarrollo firmware prototipos**  **Etapa 4: Integración del sistema de servidores en laboratorio**  **Etapa 5: Prueba en laboratorio de sistema**  **Etapa 6: Prueba en campo del sistema**  **Etapa 7: Instalación de los servidores**  **Etapa 8: Instalación de los dispositivos**  **Etapa 9: Pruebas del sistema instalado en el campo**  **Total de duración: 5 meses** |
| **Presupuesto:** | **250,000.00** |
| **Institución:** | **Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra** |
| **Responsable Técnico:** | **Daniel Pérez Flores** |

**II Fundamentación científico – técnica**

|  |
| --- |
| **Antecedentes de la propuesta:** |
| Actualmente la empresa no cuenta con sistemas de control para el monitoreo de la temperatura de los granos de cacao. Dicho proceso se realiza de manera manual, lo cual implica que, durante el proceso de secado, personal de empresa tiene que entrar al túnel de secado para medirla con un termómetro manual, con temperaturas que alcanzan los 55 °C.  De igual manera el control de los extractores se realiza de manera manual a intervalos determinados de tiempo, lo que produce que, en ciertos momentos estos mismos puedan estar consumiendo energía eléctrica de manera innecesaria. |
| **Justificación:** |
| Para la empresa Agro floresta Mesoamericana, la cual lleva a cabo dentro de sus procesos, la actividad del secado de cacao, proceso durante el cual, el cacao alcanza la calidad necesaria para ser utilizado como materia prima en la fabricación de chocolates gourmet, dicho producto se exporta diferentes países, por lo tanto el procedimiento requiere de cierta homogeneidad que permita que los granos alcancen el mismo grado de secado, mediante el control preciso de los tiempos y la temperatura de secado, de igual manera uno de los parámetros importantes es vigilar la humedad relativa del aire, que puede influir en la calidad del proceso de secado.  Dichos procesos al ser automatizados pueden aumentar el rendimiento del uso de la energía eléctrica utilizada, de igual manera pueden ayudar a aumentar la calidad del producto, al mantener los parámetros de temperatura y tiempo de secado controlados de manera precisa.  Automatizar el proceso, también involucra una mejora en el desempeño de las actividades del personal de la empresa, ya que representa que el personal puede reducir la cantidad de veces que necesite entrar al túnel de secado, donde se presentan temperaturas elevadas. |

**III Descripción general de la propuesta**

|  |
| --- |
| El proyecto tiene como propuesta general el desarrollo e implementación de un sistema completo de sensores y dispositivos de control electromecánicos, que permitan monitorear variables como la temperatura de los granos de secado en las camas dentro del túnel de secado, así como la humedad relativa del aire dentro del túnel, al mismo tiempo que se pueda controlar de manera automática el encendido y apagado de los extractores del túnel, para tener un control preciso de la temperatura dentro del túnel, y con ello el control de la temperatura de los granos de cacao.  De igual manera se pretende instalar un sistema fotovoltaico que permita, reducir el costo del consumo de energía eléctrica del sistema, evitando con ello el aumento en el costo de la factura de energía para la empresa. |

**IV Objetivo general**

|  |
| --- |
| Reducir la cantidad de energía consumida durante el proceso de secado de los granos de cacao en la empresa Agro floresta Mesoamericana, a través de la implementación de tecnología especializada IoT. |

**V Objetivos específicos**

|  |
| --- |
| 1. Diseñar y desarrollar las dispositivos y software necesarios para automatizar la medición de temperatura de los granos de cacao durante el proceso de secado. 2. Diseña, desarrollar e implementar dispositivos y software necesario para automatizar el proceso de control de los extractores encargados de regular la temperatura de los granos de cacao. 3. Medir el consumo energético de los extractores una vez implementado el sistema automatizado, para generar datos que sirvan en futuros estudios relacionados con el proceso. 4. A partir de las mediciones del sistema de sensores, generar datos sobre el proceso e de secado de cacao, que puedan ser utilizados para futuros estudios sobre este mismo. 5. Instalación un sistema de paneles fotovoltaicos que permita reducir el consumo de energía del sistema de sensores y control de los extractores. Esto con la finalidad de que el sistema pueda operar de manera autónoma, haciendo posible su uso aun en el caso de corte del suministro eléctrico (CFE). |

**VI Estado del arte**

|  |
| --- |
| **El análisis del estado del arte que aquí se realiza se agrupa en 3 tipos de investigación:**  **Internacional**  [**https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56319**](https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56319)  Los pequeños productores de cacao actualmente realizan el secado del grano mediante tendales, por ello, se enfrentan a diversos retos durante el proceso, los cuales son el tiempo de secado y la exposición del producto frente factores externos como lluvia y polvo. Dichos factores son comunes en la comunidad Bucay por lo que los investigadores del proyecto INEDITA han desarrollado una estructura mecánica de un secador híbrido para mejorar la calidad del grano, sin embargo, el problema radica en que el funcionamiento del prototipo se ve limitado por el accionamiento manual de instrumentos como: ventiladores, resistencias y extractores. El proyecto tiene como objetivo realizar la implementación de un sistema de control para el secador de cacao con energía solar a través del uso de equipamiento e instrumentación industrial, en la comunidad de Bucay, para la reducción del consumo energético garantizando un proceso eficiente. Además, del uso de una interfaz HMI que sea amigable con el usuario, la cual permite efectuar el monitoreo de los sensores en tiempo real. Con los resultados obtenidos se evidenció la fiabilidad de la instrumentación seleccionada a través del tiempo de operación del prototipo, las pruebas realizadas permitieron someter a los sensores a elevadas temperaturas en donde se comprobó que estos mantienen sus características lineales en la lectura de las variables físicas, en consecuencia, la respuesta de los sensores, junto con la programación realizada, garantiza un funcionamiento adecuado del sistema de control de secado. Además, con el uso del controlador Logo y la interfaz HMI, se garantizó la robustez del proceso facilitando el monitoreo y control del mismo, de forma que se mejora el proceso y se obtuvo un producto con mejor sabor, color y aroma, y con estándares de calidad ganando competitividad en el mercado mejorando la productividad.  **Nacional**  **No se encontró algo similar**  **Local**  [**https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342018000904395&script=sci\_arttext**](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342018000904395&script=sci_arttext)  El secado de cacao en la región de la Chontalpa, Tabasco, México realizado por los campesinos se realiza principalmente al aire libre en patio de cemento o bien, en secadores construidos con madera. Con este tipo de secado puede haber contaminación con polvo, hongos y animales que afectan la inocuidad del grano seco. Las beneficiadoras de la región emplean gas como insumo para el secado artificial, lo cual incrementa el costo y la huella ecológica de producto obtenido. Durante la temporada seca el proceso de secado requiere hasta 3.5 días y en temporada de lluvias pocos productores la llevan a cabo. El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la eficacia del tiempo de secado de grano de cacao con un secador solar tipo túnel de policarbonato, durante el periodo canicular y la satisfacción por parte del productor participante, en la región de la Chontalpa, Tabasco. Se realizó una prueba en agosto de 2017, con medición de las variables atmosféricas: temperatura y humedad relativa, en una finca ubicada entre las coordenadas 18° 0’ 36’’ latitud norte y 93° 18’ 18’’ longitud oeste. Los resultados obtenidos indican que en 24 h se logra cumplir con el porcentaje de humedad en el grano requerido por la norma NMX-F-352-S-1980 y la satisfacción del productor participante relacionada con las características de color interno y externo, olor, sonido, peso final, separación de la cascarilla y presencia de hongos del grano seco de cacao. |

**VII Metodología de ejecución**

|  |
| --- |
| Diseño y desarrollo de los dispositivos IoT a utilizarse para la medición de la temperatura de los granos de cacao.  Diseño y desarrollo de los dispositivos IoT a utilizarse para el control de los extractores del túnel de secado del cacao.  Realización de pruebas en ambientes controlados, evaluar el correcto funcionamiento de los dispositivos desarrollados.  Desarrollo del software de control y pruebas del funcionamiento del sistema de sensores y dispositivos de control electromecánicos.  Instalación en la empresa del servidor y equipo de conectividad Wifi, y pruebas con el sistema de sensores en el túnel de secado.  Instalación en la empresa de los dispositivos electromecánicos para el control de los extractores del túnel de secado.  Instalación de paneles fotovoltaicos, para el suministro de energía de los dispositivos del sistema. |

**VIII Indicadores (medición de resultados)**

|  |
| --- |
| 1. Cantidad de energía requerida para el proceso de secado con el sistema automatizado mediante la comparación de la factura eléctrica. 2. Cantidad de días requeridos para el proceso de secado. 3. Registro de la temperatura de los granos de cacao a intervalos de tiempo más cortos. 4. Registro de la humedad relativa del aire dentro del túnel y su influencia en el proceso de secado. |

**IX Productos esperados**

|  |
| --- |
| Dispositivos IoT especializados para el monitoreo de la temperatura de los granos de cacao, en las camas del túnel de secado.  Dispositivos IoT especializados para el monitoreo de la humedad relativa en el aire dentro del túnel de secado.  Dispositivos IoT electromecánicos para el control de los extractores del túnel de secado.  Software de monitoreo y control especializado para el proceso de secado dentro del túnel.  Base de datos, con la información necesaria para futuros análisis pertinentes al proceso de secado de cacao. |

**X Sustentabilidad y compromiso ético**

|  |  |
| --- | --- |
| **Componente Ambiental** |  |
| ¿Tiene este proyecto un impacto real o potencial -positivo o negativo- sobre el medio ambiente? | **Si (X)**  **No ( )** |
| **Explique su respuesta:** | |
| **El proyecto tiene un impacto directo al medio ambiente debido a que las mejores que se presentarán al proceso, en la empresa se utilizara una cantidad menor de energía eléctrica para el controlar la temperatura de los granos dentro del túnel, esto ayuda a reducir la huella de carbono del producto final.** | |
| ¿Si la respuesta a la pregunta anterior fue “Si”, ha previsto las medidas de protección y mitigación necesarias, así como la autorización correspondiente? | **Si ( )**  **No (X)** |
| **Justifique su respuesta:** | |
| **Debido a que el impacto es positivo, las medidas de protección al medio ambiente radican en la uso correcto de los dispositivos durante su tiempo útil, así como del pertinente reciclaje de los residuos al final de la vida útil de los dispositivos involucrados en el sistema automático.** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Flora y Fauna** |  |
| ¿Están o pueden estar involucradas especies de flora o fauna silvestres (en especial especies raras, amenazadas o en peligro de extinción)? | **Si ( )**  **No (X)** |
| **Explique su respuesta:** | |
| **El proyecto no afectará a la flora y fauna del ambiente, debido a que la instalación del mismo será dentro las instalaciones de la empresa, lugar que es cerrado y se evita contacto con la flora y fauna silvestre.** | |
| ¿Si la respuesta a la pregunta anterior fue “Si”, ha previsto las medidas de protección y mitigación necesarias, así como la autorización correspondiente? | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Justifique su respuesta:** | |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Impactos sociales** |  |
| ¿Conlleva este proyecto un impacto local o regional -positivo o negativo- sobre personas o comunidades humanas? | **Si (X)**  **No ( )** |
| **Explique su respuesta:** | |
| **La optimización de un proceso de este tipo en una zona poco industrializada puede permitir el crecimiento de la empresa, tanto en su cadena de valor, como en su proceso. Esto permite que demostrar que una zona poco industrializada puede albergas proyectos tecnológicos de esta índole.** | |
| Si respondió afirmativamente a la pregunta anterior, ¿contempla su propuesta mecanismos de participación, consentimiento informado, mitigación, restauración, o algún otro relacionado? | **Si (x)**  **No ( )** |
| **Justifique su respuesta:** | |
| **Debido a que se trata de una empresa privada los mecanismos de participación, correrán a cargo de la empresa, ya que es a través de sus políticas que se permitirá el acceso a la comunidad a los beneficios de la actividad productiva.** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Áreas Naturales / Culturales** |  |
| ¿Dentro del espacio de realización del proyecto se encuentran áreas naturales o culturales protegidas, o elegibles para ser designadas como tales? | **Si ( )**  **No (X)** |
| **Explique su respuesta:** | |
| **La empresa se encuentra en una comunidad donde no existen, áreas naturales o culturales protegidas.** | |
| ¿Si la respuesta a la pregunta anterior fue “Si”, ha previsto las medidas de protección y mitigación necesarias, así como la autorización correspondiente? | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Justifique su respuesta:** | |
|  | |

**XI Alineación los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ¿Su propuesta tiene concordancia con alguno de los Objetivos de Desarrollo Sustentable? | | **Si (X)**  **No ( )** |
| **Seleccione el (los) Objetivos que apliquen:** | | **Número (s): 9 y 13** |
| Objetivo 1: Fin de la Pobreza  Objetivo 2: Hambre Cero  Objetivo 3: Salud y Bienestar  Objetivo 4: Educación de Calidad  Objetivo 5: Igualdad de Género  Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento  Objetivo 7: Energía Asequible y no Contaminante  Objetivo 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico  Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura | Objetivo 10: Reducción de las Desigualdades  Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles  Objetivo 12: Producción y Consumo Responsables  Objetivo 13: Acción por el Clima  Objetivo 14: Vida submarina) y  Objetivo 15: Vida de Ecosistemas Terrestres)  Objetivo 16: Paz, Justicia e Instituciones Sólidas  Objetivo 17: Alianzas para Lograr los Objetivos | |
| **Justifique su respuesta** | | |
| La propuesta genera innovación a uno de los procesos clave dentro de la empresa mencionada, así como la mejora de la infraestructura de esta para que el proceso se desarrolle de mejor manera. Todo lo anterior ayudando a reducir la huella de carbón del producto final mediante la reducción de consumo de energía eléctrica, lo cual implica un impacto directo positivo al medio ambiente, aunado a un aumento en la cadena de valor de la actividad productiva de la empresa. | | |

**XII Riesgos Potenciales** (Posibilidad de que se produzca un contratiempo o perjuicio en el desarrollo esperado del proyecto. Repetir tabla para cada riesgo identificado.)

|  |
| --- |
| **Riesgo 1** |
| **Estado del tiempo, razón por cual puede ser inaccesible el camino hacia las instalaciones de la empresa.** |
| **Acciones de prevención y/o mitigación previstas para enfrentar adecuadamente la ocurrencia del riesgo identificado (describir)** |
| Reducir la cantidad de visitas al sitio, mediante el desarrollo y pruebas de puesta en marcha de los sistemas en las instalaciones del TecNM Campus de la Región Sierra. |
| **Riesgo 2** |
|  |
| **Acciones de prevención y/o mitigación previstas para enfrentar adecuadamente la ocurrencia del riesgo identificado (describir)** |
|  |
| **Riesgo 3** |
|  |
| **Acciones de prevención y/o mitigación previstas para enfrentar adecuadamente la ocurrencia del riesgo identificado (describir)** |
|  |

**XIII Grupo de trabajo** (repetir tabla para cada integrante del grupo de trabajo)

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre completo:** | Erick Eduardo Jiménez Pérez |
| **Institución de adscripción:** | Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra |
| **Nivel académico:** | Universidad |
| **Campo del conocimiento:** | Desarrollo de prototipos |
| **SNI (Si/No)** | No |
| **SEI (Si/No)** | No |
| **Periodo de participación:** | Desde el inicio hasta el final |
| **Actividades por desarrollar:** | Apoyo en el desarrollo de los dispositivos IoT de medición de temperatura |
| **Producto esperado en el que colaborará:** | Dispositivos IoT de medición de temperatura y humedad relativa en el aire. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre completo:** | Fausto Caleth Pineda Gonzales |
| **Institución de adscripción:** | Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra |
| **Nivel académico:** | Universidad |
| **Campo del conocimiento:** | Desarrollo de prototipos |
| **SNI (Si/No)** | No |
| **SEI (Si/No)** | No |
| **Periodo de participación:** | Desde el inicio hasta el final |
| **Actividades por desarrollar:** | Apoyo en el desarrollo de los dispositivos IoT electromecánicos de control de los extractores. |
| **Producto esperado en el que colaborará:** | Dispositivos IoT electromecánico de control de los extractores. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre completo:** | Zabdiel Abner Aguilar de la Cruz |
| **Institución de adscripción:** | Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra |
| **Nivel académico:** | Universidad |
| **Campo del conocimiento:** | Desarrollo |
| **SNI (Si/No)** | No |
| **SEI (Si/No)** | No |
| **Periodo de participación:** | Desde el inicio hasta el final |
| **Actividades por desarrollar:** | Desarrollo de software de monitoreo y control. |
| **Producto esperado en el que colaborará:** | Software de monitoreo y control. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre completo:** | Félix Soberano |
| **Institución de adscripción:** | Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra |
| **Nivel académico:** | Universidad |
| **Campo del conocimiento:** | Pruebas sobre software informático |
| **SNI (Si/No)** | No |
| **SEI (Si/No)** | No |
| **Periodo de participación:** | Desde el inicio hasta el final |
| **Actividades por desarrollar:** | Apoyo en las pruebas de funcionamiento de los sistemas de sensores y dispositivos electromecánicos. |
| **Producto esperado en el que colaborará:** | Software de monitoreo y control. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre completo:** | Edgardo Arias Marín |
| **Institución de adscripción:** | Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra |
| **Nivel académico:** | Universidad |
| **Campo del conocimiento:** | Diseño e impresión 3D |
| **SNI (Si/No)** | No |
| **SEI (Si/No)** | No |
| **Periodo de participación:** | Desde el inicio hasta el final |
| **Actividades por desarrollar:** | Apoyo en el diseño y fabricación de las estructuras de protección para los dispositivos. |
| **Producto esperado en el que colaborará:** | Estructuras impresas en 3D para los dispositivos de sensores y control electromecánico. |
| **Nombre completo:** | Julián Maximiliano Smith Magaña |
| **Institución de adscripción:** | Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra |
| **Nivel académico:** | Universidad |
| **Campo del conocimiento:** | Diseño e impresión 3D |
| **SNI (Si/No)** | No |
| **SEI (Si/No)** | No |
| **Periodo de participación:** | Desde el inicio hasta el final |
| **Actividades por desarrollar:** | Apoyo en el diseño y fabricación de las estructuras de protección para los dispositivos. |
| **Producto esperado en el que colaborará:** | Estructuras impresas en 3D para los dispositivos de sensores y control electromecánico. |
| **Nombre completo:** | José del Carmen Mendoza Cárdenas |
| **Institución de adscripción:** | Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra |
| **Nivel académico:** | Universidad |
| **Campo del conocimiento:** | Redes e internet |
| **SNI (Si/No)** | No |
| **SEI (Si/No)** | No |
| **Periodo de participación:** | Desde el inicio hasta el final |
| **Actividades por desarrollar:** | Apoyo en la infraestructura de redes de internet |
| **Producto esperado en el que colaborará:** | Conexión de redes e internet |
| **Nombre completo:** | Daniel Pérez Flores |
| **Institución de adscripción:** | Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra |
| **Nivel académico:** | Licenciatura |
| **Campo del conocimiento:** | Diseño e impresión 3D |
| **SNI (Si/No)** | No |
| **SEI (Si/No)** | No |
| **Periodo de participación:** | Desde el inicio hasta el final |
| **Actividades por desarrollar:** | Apoyo en el diseño y fabricación de las estructuras de protección para los dispositivos. |
| **Producto esperado en el que colaborará:** | Estructuras impresas en 3D para los dispositivos de sensores y control electromecánico. |

**XIV Estudiantes asociados** (repetir tabla para cada perfil de estudiante asociado requerido)

|  |  |
| --- | --- |
| **Perfil o Carrera** | **Cantidad** |
| Licenciatura | 1 |
| **Actividades por desarrollar** | |
| Ensamble de dispositivos |  |
| **Producto esperado** | |
| Circuitos correctamente montados |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Perfil o Carrera** | **Cantidad** |
| Licenciatura | 1 |
| **Actividades por desarrollar** | |
| Instalación de los servidores |  |
| **Producto esperado** | |
| Evidencia servidor montado y funcionando |  |
| **Perfil o Carrera** | **Cantidad** |
| Licenciatura | 1 |
| **Actividades por desarrollar** | |
| Instalación de los servidores |  |
| **Producto esperado** | |
| Dispositivos correctamente montados y funcionando |  |

**XV Articulación Sectorial**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre de la instancia:** | **Tipo:** |
| **Agro Floresta** | **MIPYMES (X)**  **Empresa grande ( )**  **Organización Gremial ( )**  **ONG ( )**  **Grupos o comunidades ( )**  **Instancia gubernamental ( )** |
| **Describa la participación que tendrá la instancia de la sociedad o de la empresa en el DESARROLLO del proyecto, más allá de considerarse usuario o beneficiario de los resultados finales del mismo:** | |
| **Facilitar el acceso a la información necesaria para el desarrollo de los dispositivos, así como del software.**  **La empresa validará la funcionalidad del software desarrollado, esto buscando que dicho software se adapte a los casos de uso que la empresa tiene.**  **Acceso a las instalaciones para pruebas, así como ayuda en el proceso de instalación.**  **Acceso a los datos recolectados por el sistema, para su almacenamiento en servidores del TecNM Campus de la Región Sierra, para futuros trabajos de investigación.** | |
| **De considerarlo necesario, colocar la dirección web de la instancia:** | |
|  | |

**XVII Información Soporte** (Anexos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de documento** | **Documento** | **Tamaño** |
|  |  |  |
|  |  |  |