

[IMPRIMIR](#)[Regresar](#)

## Resumen del informe de Fortalecimiento

Nombre del Cuerpo:

INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS

Nombre del proyecto:

Propagación de error en modelos polinomiales y redes neuronales artificiales para predecir el coeficiente de desempeño de un transformador térmico.

Objetivo general:

Propagación de error en modelos polinomiales y redes neuronales artificiales para predecir el coeficiente de desempeño de un transformador térmico.

Describe cuál es el avance en el logro del objetivo general del proyecto.

El objetivo general se cumplió exitosamente. Se logró desarrollar un análisis numérico y analítico a modelos polinomiales y basados en redes neuronales artificiales para predecir el coeficiente de desempeño en un transformador de calor. Los resultados fueron publicados en dos artículos indexados: i) E. Martínez-Martínez et al. Criteria for improving the traditional artificial neural network methodology applied to predict COP for a heat transformer, Desalination and Water Treatment 2017, (73) 90-100 y ii) Colorado D. et al. Selection of the best coefficient of performance prediction by artificial neural network model considering uncertainty, Desalination and Water Treatment 2017, Artículo aceptado. En los artículos previamente enlistado se cuenta con la participación de los 3 integrantes del cuerpo académico y del colaborador como autores. Además, el alumno, Benjamin Alvarez Alor logro obtener el grado de licenciado en mecánica por la Universidad Veracruzana bajo la dirección de la Dra. Beatris Adriana Escobedo Trujillo y co-dirigido por el Dr. Dario Colorado Garrido. Cabe señalar que el sistema de PRODEP no me permitio capturar los datos de los productos, sin embargo, se adjuntaron los extensos de los artículos en la parte final del proyecto como Información adicional al reporte.

Describe cuál fué la interacción que se tuvo entre los integrantes del cuerpo académico para lograr el objetivo general del proyecto?

Para lograr obtener los productos y alcanzar el objetivo general se describen las 4 actividades que cada integrante y colaborador realizaron durante el proyecto. 1) análisis de la información experimental e instrumentación del Transformador de calor, participando Dr. Dario Colorado Garrido (responsable) y el Dr. Jose Vidal Herrera Romero (integrante), 2) Desarrollo de modelos polinomiales y redes neuronales artificiales, actividad en la que participaron la Dra. Beatris Adriana Escobedo-Trujillo (integrante), Dr. Dario Colorado Garrido y MC Alejandro Alaffita-Hernández (Colaborador) y 3) desarrollo de la metodología de análisis de incertidumbre a los modelos desarrollados, participaron Dra. Beatris Adriana Escobedo-Trujillo y Dr. Dario Colorado Garrido y finalmente 4) todos los integrantes y el colaborador del cuerpo académico participaron en la análisis de resultados, escritura y preparación de los productos (artículos, memoria y tesis de licenciatura)

Objetivo(s) específico(s):

☐ ...Objetivo específico.- 1. Comprensión del proceso de adquisición de datos y puesta en marcha de un transformador térmico con componentes de doble-función.

☐ .....Interacción.- El análisis de la base de datos experimental e instrumentación del transformador de calor con componentes de doble-función, proporcionados por el Cuerpo Académico UAEMOR-CA-70 "Ingeniería y modelados de procesos térmicos, mecánicos y ambientales".

☐ .....Cuerpo Académico.- UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS

☐ ...Objetivo específico.- 2. Desarrollo de un modelo polinomial y un modelo red neuronal matemáticamente sencillos con alta capacidad de predecir el coeficiente de desempeño, considerando un coeficiente de determinación (R) mayor que 0.98.

☐ .....Interacción.- La Dr. Beatris Adriana Escobedo-Trujillo desarrolló la metodología para crear el modelo polinomial para predecir el coeficiente de desempeño, mientras que el Dr. Dario Colorado-Garrido el entrenamiento y validación de los modelos basados en redes neuronales artificiales. Cabe enfatizar la interacción en ambos procesos del M.C. Francisco Alejandro Alaffita-Hernández para el desarrollo de los algoritmos matemáticos y programación.

☐ .....Cuerpo Académico.- UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS

☐ ...Objetivo específico.- 3. Desarrollo de la metodología de análisis bajo incertidumbre al modelo polinomial y red neuronal artificial con la finalidad de determinar que variables de operación son las que afectan en mayor forma la incertidumbre de la predicción de COP.

☐ .....Interacción.- La metodología del análisis bajo incertidumbre fue desarrollada por la Dra. Beatris Adriana Escobedo-Trujillo, Dr. Dario Colorado-Garrido y el M.C. Francisco Alejandro Alaffita-Hernández, para dicha metodología la incertidumbre de cada variable de operación del transformador de calor fue calculada por el Dr. José Vidal Herrera-Romero.

☐ .....Cuerpo Académico.- UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS

☐ ...Objetivo específico.- 4. Comparación entre las predicciones bajo incertidumbre del modelo polinomial y red neuronal artificial.

☐ .....Interacción.- Adicionando la incertidumbre asociada a los instrumentos de medición a las variables de operación (variables independientes) se logro propagar el error en los modelos polinomiales y redes neuronales artificiales. El análisis se llevo a cabo siguiendo dos caminos: i) el analítico, basado en la serie de Taylor y la definición de desviación estandar y ii) una aproximación numérica basada en el método de Monte Carlo. Todos los integrantes del cuerpo academico, el colaborador y el estudiante de licenciatura, Benjamin Alvarez Alor, se involucraron en la realización de este objetivo específico.

☐ .....Cuerpo Académico.- UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS

☐ ...Objetivo específico.- 5. Análisis de la incertidumbre en el registro de variables de operación del sistema, derivadas de las conclusiones de la propagación de errores.

☐ .....Interacción.- Después de tener los resultados numéricos y analíticos se procedió a la aportación de cada integrante del cuerpo académico en el análisis de resultados y la redacción de los mismos, de acuerdo a su área de especialidad, es decir: la descripción del proceso e identificación de instrumentos fue llevada a cabo por el Dr. Jose Vidal Herrera-Romero. El desarrollo de la teoría de análisis de incertidumbre en los modelos de redes neuronales fue hecha por la Dra. Beatris Adriana Escobedo-Trujillo y finalmente la interpretación de los resultados numéricos obtenidos y su impacto en el transformador de calor fue hecha por el Dr. Dario Colorado-Garrido. Cabe señalar, que el colaborador del cuerpo académico, MC Francisco Alejandro Alaffita-Hernandez y el estudiante de licenciatura estuvieron involucrados en todo el proceso descrito anteriormente.

☐ .....Cuerpo Académico.- UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS

Metas:

-Un transformador de calor es un dispositivo que puede expulsar calor a una temperatura más alta que el fluido que la alimenta (Parham et al. 2014). La medida de eficiencia más importante en un transformador de calor es el coeficiente de desempeño. Para un transformador de calor por absorción tipo II, el coeficiente de desempeño (COP, por sus siglas en inglés) se define como la razón de flujo de calor obtenido en el absorbedor entre el flujo de calor suministrado en el evaporador y generador. Los principales componentes de un transformador de calor son: absorbedor, generador, condensador, evaporador y economizador.

Diferentes opciones para predecir el COP han sido reportadas en la literatura. Por un lado, el modelo polinomial ha sido subrayado como una técnica atractiva para estimar el grado de correlación entre variables independientes (como lo son las variables de operación del sistema: temperatura, concentración de la solución, presión o flujo másico) con la predicción (en este caso el coeficiente de desempeño COP). El modelo polinomial ha sido exitosamente aplicado para predecir COP en sistemas de absorción para calentamiento y refrigeración. Algunos trabajos reportados en la literatura son los siguientes:

1. En transformadores de calor, Escobedo-Trujillo et al. 2014 desarrolla un modelo polinomial para predecir el coeficiente de desempeño de una bomba de calor por absorción del tipo II, en el cual el calor producido por la reacción exotérmica en el absorbedor es usado para alimentar un proceso de purificación de agua. El modelo polinomial usaba a la temperatura de entrada del generador al absorbedor, la temperatura de salida del absorbedor al generador, la temperatura de entrada del absorbedor desde el generador, la concentración de la solución de bromuro de litio que entra al generador, a la presión en el absorbedor y a la presión en el generador como variables independientes para predecir el COP.

2. En sistemas para refrigeración por absorción. Escobedo-Trujillo et al. (2016) presenta una nueva metodología híbrida, en la cual el modelo polinomial juega un papel importante en la determinación del grado de correlación entre las variables de operación de un refrigerador intermitente solar por absorción y su COP. La selección de variables de operación es el criterio para desarrollar un modelo basado en redes neuronales artificiales.

Por otro lado, Las redes neuronales artificiales (ANN, por sus siglas en inglés) han sido propuestas debido a su capacidad de estimar el coeficiente de desempeño asumiendo una función hiperbólica-tangencial o una función logarítmica tangencial entre la variable dependiente (variable de operación del sistema) y las variables independientes (COP). Varios autores han usado ANN para estimar el coeficiente de desempeño en sistemas por absorción.

1. Sozen et al 2005 propone el uso de una red neuronal artificial para determinar el desempeño de un ejector-transformador de calor. El modelo ANN involucra cuatro variables de entrada temperatura en el generador, temperatura en el evaporador, la temperatura en el absorbedor y la temperatura en el condensador con el objetivo de estimar el COP, el coeficiente de eficiencia exergetica y la razón de circulación asumiendo una función logarítmica-sigmoidal en la capa oculta del modelo ANN.

2. Morales et al. 2015 presenta un transformador de calor experimental con componentes de doble-función acoplado a un sistema de purificación de agua. El diseño tiene como objetivo colocar al generador y al condensador en un solo recipiente, así como al evaporador y al absorbedor en otra unidad. Un modelo red neuronal artificial utilizando 127 coeficiente de ajuste (pesos y bias) es eficientemente reportado para predecir el COP basado en su coeficiente de determinación (R) de 0.9969. El modelo red neuronal tiene una arquitectura de la siguiente forma: 16 neuronas en la capa de entrada constituidas por variables de operación en el transformador de calor. En la capa oculta una función matemática tangencial-sigmoidal, el mejor modelo tiene 7 neuronas de capa oculta y una neurona con una función lineal para predecir el COP en la capa de salida.

Consecuentemente, existen diferentes caminos para predecir el COP en un sistema de por absorción. Los anteriormente válidos y verificados con datos experimentales y mostrando coeficiente de determinación mayores a 0.98.

Sin embargo, no existe un estudio comparativo de modelos matemáticos, polinomios y redes neuronales, para predecir COP en un transformador térmico insertando incertidumbre en las variables de independientes. Las variables independientes utilizadas en previos trabajos son las variables de operación del sistema, como lo son, temperatura, presión, concentración de la solución o flujo másico.

**Describe el avance para el desarrollo de la líneas de investigación del cuerpo académico**

La línea de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) que el cuerpo académico cultiva esta relacionada al análisis teórico y experimental de procesos energéticos. El presente proyecto aborda el análisis de información experimental del desempeño de un transformador térmico con componentes de doble-función. Herramientas teóricas, matemáticas, estadísticas sobre evidencia experimental del proceso fueron implementadas exitosamente, la publicación de los resultados en una revista indexada, involucrando a todos los integrantes del cuerpo académico contribuye a la consolidación de la LGAC.

El proyecto dio la pauta para continuar con estudios numéricos y analíticos acerca de la propagación de errores en modelos polinomiales y en redes neuronales. Cabe enfatizar, que se continúa trabajando en el análisis y redacción de resultados, con la finalidad de someter un futuro manuscrito en una revista con arbitraje. Por lo tanto, la LGAC continúa trabajando.

**Describe el avance para el logro de las metas planteadas en el proyecto.**

Las metas académicas planteadas al inicio del proyecto fueron cumplidas, la publicación de los siguientes artículos demuestra la interacción de todos los integrantes del cuerpo académico y la calidad de los resultados expuestos: 1) E. Martínez-Martínez et al, Criteria for improving the traditional artificial neural network methodology applied to predict COP for a heat transformer, Desalination and Water Treatment 2017, (73) 90-100. 2) Colorado D. et al, Selection of the best coefficient of performance prediction by artificial neural network model considering uncertainty, Desalination and Water Treatment 2017, Artículo aceptado. doi: 10.5004/dwt.2017.21504

**Actividades:**

**..Actividad.-** Adquisición de nuevos instrumentos para medir temperatura, presión, concentración o flujo másico.

**....Cuerpo Académico.-** UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS

**.....Montos.- Monto apoyado.-** \$125,000.00

**Monto Ejercido de investigación.-** \$123,760.00

**Destino de los recursos.-** adquisición de un medidor de flujo, diseñado para ser implementado en las mediciones del fluido de trabajo, agua, de un transformador de calor, con la finalidad de determinar su propagación en el error al coeficiente de desempeño

**Monto ejercido en infraestructura.-** \$0.00

**Destino de los recursos.-** no aplica

**Justificación del cambio de monto.-** el remante de \$1240 no fue utilizado para la compra de otro equipo de instrumentación debido a que no se encontró un medidor que cumpliera con especificaciones mínimas necesarias para los rangos de operación de temperatura o presión del equipo experimental.

**Avance.-%** 99

**Logro de los objetivos específicos.-** El monto otorgado fue utilizado para la compra de un medidor de flujo de alta precisión, con la intención de implementarlo en las mediciones experimentales futuras del equipo y medir su grado de influencia en la estimación del coeficiente de desempeño.

**Acción.-** 1

¿otras acciones? No

**Integrantes.-** COLORADO GARRIDO DARIO--Justificación.-

**Integrantes.-** HERRERA ROMERO JOSE VIDAL--Justificación.-

**..Actividad.-** Análisis de la base de datos, desarrollo del modelo polinomial, desarrollo del modelo red neuronal y el desarrollo del método Monte Carlo para el análisis bajo incertidumbre.

**....Cuerpo Académico.-** UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS

**.....Montos.- Monto apoyado.-** \$45,000.00

**Monto Ejercido de investigación.-** \$44,999.00

**Destino de los recursos.-** Se adquirió con el recurso asignada y mediante el departamento de adquisiciones y compras de la Universidad Veracruzana una "work station" con las características señaladas en el protocolo del proyecto.

**Monto ejercido en infraestructura.-** \$0.00

**Destino de los recursos.-** no aplica

**Justificación del cambio de monto.-** el remanente del rubro es menor a 1 peso, y se debe al costo facturado del equipo de computo.

**Avance.-%** 100

**Logro de los objetivos específicos.-** el equipo de computo, "work station" contribuyo en el procesos de: analisis de un gran número de datos, ajustes numéricos, análisis estadístico y entrenamiento de los modelos de redes neuronales artificiales.

**Acción.-** 1

¿otras acciones? No

<input type="checkbox"/>	<b>Integrantes.-</b> COLORADO GARRIDO DARIO--Justificación.-
<input type="checkbox"/>	<b>Integrantes.-</b> ESCOBEDO TRUJILLO BEATRIS ADRIANA--Justificación.-
<input type="checkbox"/>	<b>Integrantes.-</b> HERRERA ROMERO JOSE VIDAL--Justificación.-
<input type="checkbox"/>	<b>..Actividad.-</b> Asistencia a congresos internacionales.
<input type="checkbox"/>	<b>....Cuerpo Académico.-</b> UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS
<input type="checkbox"/>	<b>.....Montos.- Monto apoyado.-</b> \$30,000.00
	<b>Monto Ejercido de investigación.-</b> \$16,810.00
	<b>Destino de los recursos.-</b> El recurso otorgado fue utilizado para el pago de inscripción al congreso internacional "Desalination for Clean Water and Energy: cooperation around the world" realizado en Tel Aviv, Israel.
	<b>Monto ejercido en infraestructura.-</b> \$0.00
	<b>Destino de los recursos.-</b> No Aplica
	<b>Justificación del cambio de monto.-</b> El remanente del rubro no fue utilizado debido a los altos costos de viáticos para asistir al congreso internacional en Israel, sin embargo, cabe señalar que el trabajo en extenso y poster fue enviado vía electrónica al comité científico del evento y fue considerado como unos de los trabajos a publicarse en una revista internacional.
<input type="checkbox"/>	<b>Avance.-%</b> 56
	<b>Logro de los objetivos específicos.-</b> Los resultados del proyecto fueron presentados en un evento académico internacional, el comité científico del congreso decidió evaluar el trabajo en la revista "Desalination and Water Treatment" ISSN impreso 1944-3994, ISSN Online 1944-3986, para su posible publicación. Despues de pasar por el arbitraje de la revista se logró publicar el manuscrito en la revista incluida en el indice JCR.
	<b>Acción.-</b> 1
	¿otras acciones? No
<input type="checkbox"/>	<b>Integrantes.-</b> COLORADO GARRIDO DARIO--Justificación.-
<input type="checkbox"/>	<b>Integrantes.-</b> ESCOBEDO TRUJILLO BEATRIS ADRIANA--Justificación.-
<input type="checkbox"/>	<b>Integrantes.-</b> HERRERA ROMERO JOSE VIDAL--Justificación.-El Dr. Jose Vidal Herrera Romero contribuyó en el desarrollo del trabajo, análisis de la incertidumbre de instrumentos y redacción del manuscrito presentado en el congreso internacional, lo cual derivó en la publicación del siguiente artículo: "Selection of the best coefficient of performance prediction by artificial neural network model considering uncertainty" D. Colorado-Garrido, B.A. Escobedo-Trujillo, I. Cobaxin, F.A. Alaffita-Hernández, J.V. Herrera-Romero, Desalination and Water Treatment 2017, artículo aceptado. doi: 10.5004/dwt.2017.21504.
<input type="checkbox"/>	<b>..Actividad.-</b> Asistencia a congresos nacionales.
<input type="checkbox"/>	<b>....Cuerpo Académico.-</b> UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS
<input type="checkbox"/>	<b>.....Montos.- Monto apoyado.-</b> \$20,000.00
	<b>Monto Ejercido de investigación.-</b> \$9,801.00
	<b>Destino de los recursos.-</b> El recurso otorgado se utilizó para el pago de inscripción y viáticos para la asistencia a eventos académicos que difundieran nacionalmente los resultados del proyecto. Cabe señalar que en la publicación de memorias de los eventos está involucrado el alumno de licenciatura mecánica.
	<b>Monto ejercido en infraestructura.-</b> \$0.00
	<b>Destino de los recursos.-</b> no aplica
	<b>Justificación del cambio de monto.-</b> EL remanente del rubro no se utilizó, debido a que no encontramos más eventos académicos en el área de estudio del proyecto, disponibles en las fechas en que el recurso económico fue otorgado.
<input type="checkbox"/>	<b>Avance.-%</b> 49
	<b>Logro de los objetivos específicos.-</b> La contribución se dio en la difusión de los principales resultados del proyecto en foros como las memorias del XXXVIII Encuentro nacional de la AMIDIQ con ISBN-978-607-95593-5-9, donde se contó con la participación de integrantes del cuerpo académico y del alumno de licenciatura en ingeniería mecánica.
	<b>Acción.-</b> 1
	¿otras acciones? No
<input type="checkbox"/>	<b>Integrantes.-</b> COLORADO GARRIDO DARIO--Justificación.-
<input type="checkbox"/>	<b>Integrantes.-</b> ESCOBEDO TRUJILLO BEATRIS ADRIANA--Justificación.-
<input type="checkbox"/>	<b>..Actividad.-</b> Formación de recursos humanos.
<input type="checkbox"/>	<b>....Cuerpo Académico.-</b> UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS
<input type="checkbox"/>	<b>.....Montos.- Monto apoyado.-</b> \$12,000.00
	<b>Monto Ejercido de investigación.-</b> \$12,000.00
	<b>Destino de los recursos.-</b> Beca al estudiante de licenciatura en ingeniería mecánica Benjamin Alvarez Alor de la Universidad Veracruzana.
	<b>Monto ejercido en infraestructura.-</b> \$0.00
	<b>Destino de los recursos.-</b> no aplica

<input type="checkbox"/> <p><b>Avance.-%</b> 100</p> <p><b>Logro de los objetivos específicos.-</b> Uno de los resultados del proyecto fue la obtención del grado de Licenciado en Ingeniería Mecánica del alumno Benjamin Alvarez Alor con su trabajo titulado "propagación de errores en un modelo polinomial para estimar el coeficiente de desempeño de un transformador térmico" llevado a cabo del 3 de Julio de 2017.</p> <p><b>Acción.-</b> 1</p> <p>¿otras acciones? No</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>Integrantes.-</b> COLORADO GARRIDO DARIO--Justificación.-</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>Integrantes.-</b> ESCOBEDO TRUJILLO BEATRIS ADRIANA--Justificación.-</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>..Actividad.-</b> Reunión de trabajo en el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas CIICAp-UAEM, Cuernavaca, Morelos.</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>....Cuerpo Académico.-</b> UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>.....Montos.- Monto apoyado.-</b> \$10,000.00</p>
<p><b>Monto Ejercido de investigación.-</b> \$0.00</p> <p><b>Destino de los recursos.-</b> no aplica</p> <p><b>Monto ejercido en infraestructura.-</b> \$0.00</p> <p><b>Destino de los recursos.-</b> no aplica</p> <p><b>Justificación del cambio de monto.-</b> El rubro estaba planificado para realizar una visita al Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas en la cd. de Cuernavaca Morelos, sin embargo, para agilizar el trabajo académico, los detalles del transformador de calor, la instrumentación y la base de datos experimental se nos fue enviada por medios electrónicos, así como, se realizaron video-llamadas para aclarar dudas y plantear líneas de acción entre los integrantes del Cuerpo académico UV_CA_412 y UAEMOR_CA_70</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>Avance.-%</b> 0</p> <p><b>Logro de los objetivos específicos.-</b> Se agilizo el trabajo académico con el uso de tecnologías de la información, en concreto "video-llamadas" que nos permitio avanzar y culminar con los objetivos académicos planteados para esta sección del proyecto, sin la necesidad de utilizar el recursos economico otorgado</p> <p><b>Acción.-</b></p> <p>¿otras acciones? Sí Especifique.-Se planificaron una serie de reuniones via "video-llamadas" e intercambio de información por correos electrónicos con información del equipo experimental entre los integrantes de los cuerpos académicos involucrados en el desarrollo del análisis. La estrategia nos permitió dar avances significativos en el análisis estadístico y numérico de los datos experimentales del transformador térmico.</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>Integrantes.-</b> COLORADO GARRIDO DARIO--Justificación.-</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>Integrantes.-</b> HERRERA ROMERO JOSE VIDAL--Justificación.-</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>..Actividad.-</b> Revisión bibliográfica. Búsqueda y adquisición de libros relacionados al proyecto, como lo son: estadística, probabilidad, transferencia de calor, matemáticas aplicadas, instrumentación, procesos estocásticos, intercambiadores de calor y procesos termodinámicos.</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>....Cuerpo Académico.-</b> UV-CA-412 - INGENIERÍA Y MODELADO DE PROCESOS ENERGÉTICOS</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>.....Montos.- Monto apoyado.-</b> \$50,000.00</p>
<p><b>Monto Ejercido de investigación.-</b> \$49,831.00</p> <p><b>Destino de los recursos.-</b> se compraron libros con temas relacionados a: transferencia de calor, matemáticas, estadística, regresión lineal, etc. Con la finalidad de tener un marco de referencia teórico que sustentara el desarrollo del proyecto y las publicaciones.</p> <p><b>Monto ejercido en infraestructura.-</b> \$0.00</p> <p><b>Destino de los recursos.-</b> no aplica</p> <p><b>Justificación del cambio de monto.-</b> el remanente del rubro es de \$169, el cumplimiento del rubro es del 99.66%.</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>Avance.-%</b> 100</p> <p><b>Logro de los objetivos específicos.-</b> los libros contribuyeron en tener el marco teórico y desarrollo de los métodos estadísticos, matemáticos y numéricos involucrados en el proyecto. Su aportación para tener la justificación en los artículos y tesis de licenciatura fueron esenciales.</p> <p><b>Acción.-</b> 1</p> <p>¿otras acciones? No</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>Integrantes.-</b> COLORADO GARRIDO DARIO--Justificación.-</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>Integrantes.-</b> ESCOBEDO TRUJILLO BEATRIS ADRIANA--Justificación.-</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>Integrantes.-</b> HERRERA ROMERO JOSE VIDAL--Justificación.-</p>
<p><b>Resultados CA:</b></p>
<p><b>Tesis:</b></p>
<input type="checkbox"/> <p><b>..Tesis.-</b> Propagación de errores de un modelo polinomial para estimar el coeficiente de desempeño para un transformador térmico</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>....Tesisista.-</b> Benjamin Alvarez Alor</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>.....Nivel de la tesis.-</b> Licenciatura</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>.....Estado de la tesis.-</b> Concluida</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>.....Estado del tesisista.-</b> Titulado</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>.....Integrante.-</b> ESCOBEDO TRUJILLO BEATRIS ADRIANA</p>
<input type="checkbox"/> <p><b>.....Integrante.-</b> COLORADO GARRIDO DARIO</p>

---

Rafael Rufino Díaz Sobac  
Representante Institucional ante el Prodep

---

DARIO COLORADO GARRIDO  
Lider CA