

45948

# PLANTAS PILOTO:

## Una nueva opción en la Formación Técnica



■ **Iber James Quiñones**

*Analista de Información Centro ASTIN*

**Bairo Vera Mondragón**

*Coordinador Área I+D Centro ASTIN*

*De una forma didáctica y práctica, en alianza estratégica los Centros ASTIN, CEAI y Multisectorial de Barrancabermeja del SENA lanzan el proyecto pedagógico de cuatro plantas industriales que pretenden convertirse en herramientas fundamentales para la formación de Tecnólogos Químicos para Operación de Plantas de las diferentes empresas de los sectores Petroquímica y Oleoquímica.*

Profesionales de los Centros ASTIN y CEAI del SENA Regional Valle diseñaron y construyeron diversas plantas de procesos químicos, en busca de apoyar los procesos de formación que actualmente ofrece el Centro Multisectorial de Barrancabermeja (CMB), donde se imparten los programas de formación integral de Técnico Profesional Operador de Plantas y Tecnólogo en Procesos Químicos Industriales.

Con la adquisición de las plantas piloto, se tiene la posibilidad de lograr una mejor formación que garantice un gran desempeño de los egresados, lo que favorecerá la productividad y la rentabilidad económica de las empresas de los sectores Petroquímica y Oleoquímica.

Este proyecto dispone de instalaciones adecuadas para que los estudiantes del CMB realicen las prácticas correspondientes a los principales procesos químicos industriales.

Así mismo, se podrán ofrecer servicios tecnológicos para fortalecer los procesos productivos de cada infraestructura de los sectores mencionados, mediante la implantación del Laboratorio de Operaciones Unitarias y los servicios industriales para el funcionamiento de las plantas.

### ■ Entidades beneficiadas

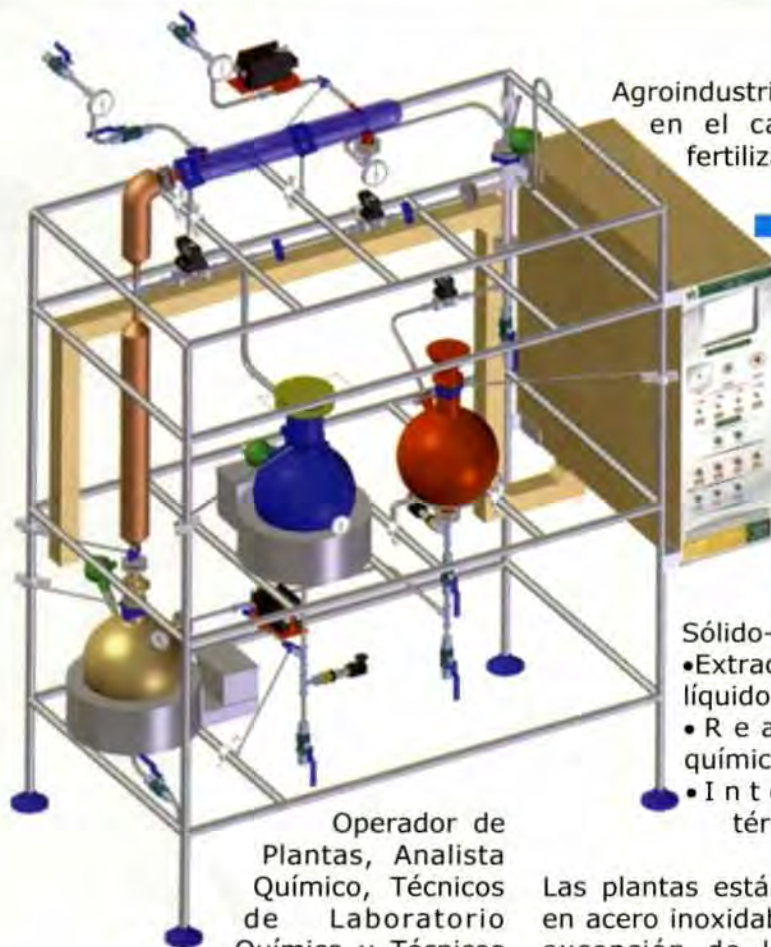
El desarrollo del proyecto aporta beneficios, tanto a los Centros de Formación del SENA involucrados (CMB, ASTIN y CEAI), como a los

sectores industriales mencionados:

### ■ Los Centros de Formación del SENA:

El Centro Multisectorial de Barrancabermeja modernizará su infraestructura, mediante la implantación del Laboratorio de Operaciones Unitarias y los servicios industriales para el funcionamiento de las plantas, mejorando así, la calidad de la formación profesional, ya que los alumnos podrán realizar prácticas más cercanas a los procesos realizados en la mayoría de las plantas químicas industriales.

Las especialidades del centro que se beneficiarán con este laboratorio son las siguientes: Tecnólogo en Procesos Químicos Industriales, Técnico Profesional



Agroindustrial y Químico, en el campo de los fertilizantes.

**Características de las plantas**

En el CMB, actualmente, se estudian las operaciones unitarias siguientes:

- Extracción Sólido-líquido
- Extracción Líquido-líquido
- Reacciones químicas
- Intercambio térmico.

Operador de Plantas, Analista Químico, Técnicos de Laboratorio Químico y Técnicos en Instrumentación y Control de Procesos.

Las plantas están construidas en acero inoxidable y vidrio, a excepción de la planta de intercambio térmico, en la cual tanto la estructura como la tubería de interconexión de equipos son de acero inoxidable.

La innovación del proyecto lo constituye la disposición de los equipos y los instrumentos de medición y control, la incorporación de un PC para control automático del proceso y un tablero de control equipado con PLC, pantalla gráfica y panel de operación, permitiendo que éstas puedan operarse de modo manual o automático.

Por otra parte, los Centros ASTIN y CEAI lograron la adquisición del *Know how* en cuanto a diseño, fabricación y puesta a punto de plantas piloto didácticas, además de la experiencia en el desarrollo de proyectos mediante la articulación de los tres centros.

**Los Sectores Productivos:**

Los sectores industriales favorecidos son: Petroquímica, donde se realiza la refinación del crudo y los subproductos de la misma, Oleoquímica, con la refinación de aceite comestible y los sub-sectores

Cuando se utiliza el sistema de control manual, se realiza la lectura correspondiente en cada uno de los elementos de indicación de las variables asociadas al proceso, como nivel, presión, flujo, temperatura, pH, etc. De esta manera, es posible manipular los actuadores correspondientes a los lazos de control, como las válvulas reguladoras, válvulas de control y las unidades de regulación de energía eléctrica.

Por otra parte, en el sistema de control automático, los transmisores de las variables (nivel, presión, flujo, temperatura, pH, etc.) envían la señal a los canales de entrada en el PLC. La comparación entre el valor medido y el valor de referencia produce un error que es procesado para dar lugar a la señal de manipulación de los actuadores correspondientes a los lazos de control de las variables (válvulas reguladoras, válvulas de control y unidades de regulación de energía eléctrica).

**Planta de extracción Sólido-líquido (Figura 1)**

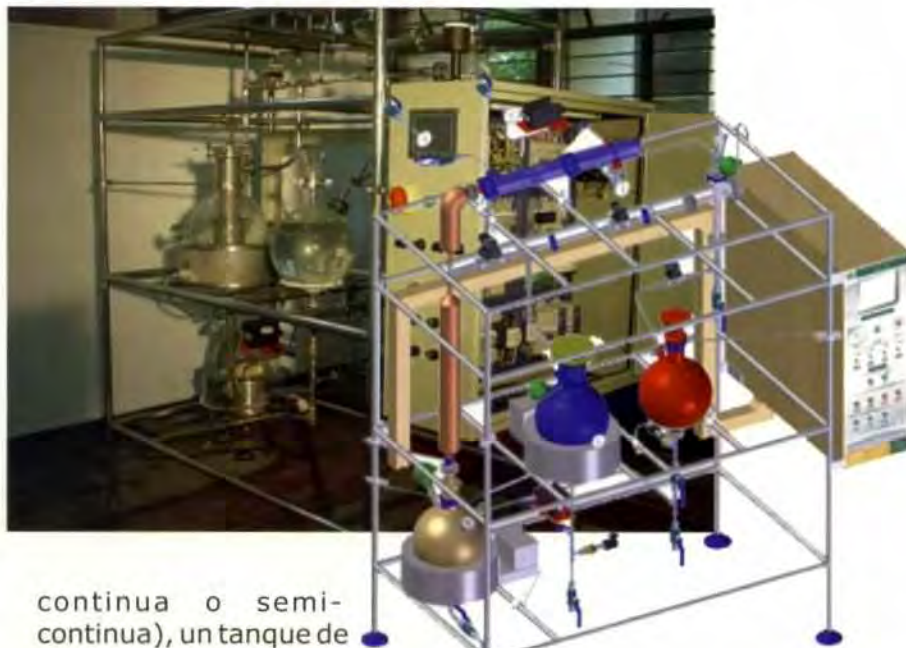
Permite la separación de uno o más componentes (sólido) presentes en un sólido. En este proceso, el sólido se pone en contacto con un líquido (solvente), en el cual el soluto es soluble y, de esta manera, pasa del sólido al líquido, llevándose a cabo la extracción.

En el CMB, actualmente, se estudian las operaciones unitarias siguientes:

- Extracción Sólido-líquido
- Extracción Líquido-líquido
- Reacciones químicas
- Intercambio térmico.

La planta consta de un extractor tipo inmersión de varias etapas, que puede trabajar por lotes (batch) o de manera

Figura 1. Planta de extracción Sólido-líquido



continua o semi-continua), un tanque de almacenamiento para el solvente, un evaporador, un condensador del solvente y un separador.

En esta planta, la variable a medir es el nivel del tanque de solvente, y las variables a controlar son las temperaturas del evaporador, del extractor,

del solvente condensado y el nivel del solvente en el extractor.

**Aplicaciones:**

La planta permitirá:

- Estudiar los fenómenos de transferencia de masa de los sistemas sólido-líquido.
- Observar el proceso de inmersión del solvente en el sólido.
- Calcular las unidades de transferencia de masa y la altura de una unidad de transferencia.
- Analizar la influencia de la temperatura del solvente y de la preparación del sólido en la eficiencia de la extracción.
- Realizar los respectivos balances de masa y energía, entre otros.

En cuanto a las prácticas a realizar por los estudiantes, se tiene prevista la extracción de los siguientes componentes:  $\alpha$ - y  $\beta$ -xantofilia de la espinaca,  $\beta$ -caroteno, xantofilia de la zanahoria y aceites de semillas.

**Planta de extracción Líquido-líquido (Figura 2)**

Se emplea para la separación de uno o más componentes de una mezcla líquida, poniéndola en contacto con un solvente; uno de los líquidos presentes en la mezcla migra hacia el solvente, produciéndose la separación.

A su vez, la planta posee una columna de extracción tipo agitada, con suministro continuo de solvente y alimento mediante bombas dosificadoras y tanques de almacenamiento para las cuatro corrientes líquidas. Además, dispone de dos tanques



Figura 2. Planta de extracción Líquido-líquido

separadores para los flujos que salen de la columna.

Las variables de proceso a medir son los niveles de los tanques de almacenamiento, los flujos de extracto y refinado y la temperatura del extractor; mientras que las variables a controlar son los flujos de alimento y solvente, la velocidad de agitación y el nivel de la interfase líquido-líquido.

**Aplicaciones:**

Los estudiantes podrán realizar prácticas como la extracción de ácido acético de la mezcla cloroformo-ácido acético (utilizando como solvente agua) y la extracción de ácido benzoico y ácido acético de disoluciones acuosas, utilizando como solventes tolueno y éter isopropílico, respectivamente.

Además, en esta planta será posible:

- Estudiar la hidrodinámica y la transferencia de masa de los sistemas líquido-líquido.
- Aprender la dispersión de las fases ligeras y pesadas.
- Calcular las unidades de transferencia de masa y la altura de cada unidad de transferencia.
- Analizar la influencia de los flujos de los líquidos y la agitación del sistema sobre la eficiencia de la extracción.

**Planta de reacciones químicas (Figura 3)**

Se utiliza para estudiar la reacción entre dos o más

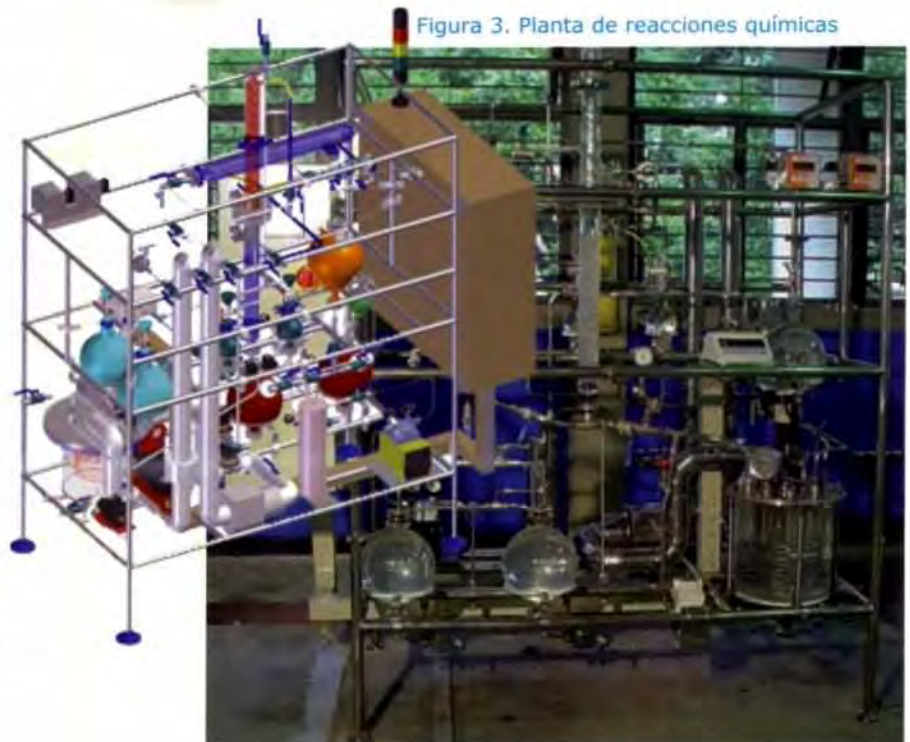


Figura 3. Planta de reacciones químicas

componentes para la formación de otros productos.

En esta planta, los reactivos se ponen en contacto en un reactor, donde se miden y se controlan las variables de operación

involucradas en el proceso. La planta (Figura 3) posee un reactor tipo tanque agitado para trabajo semicontinuo o batch, una columna de rectificación provista de un condensador de cabeza, un

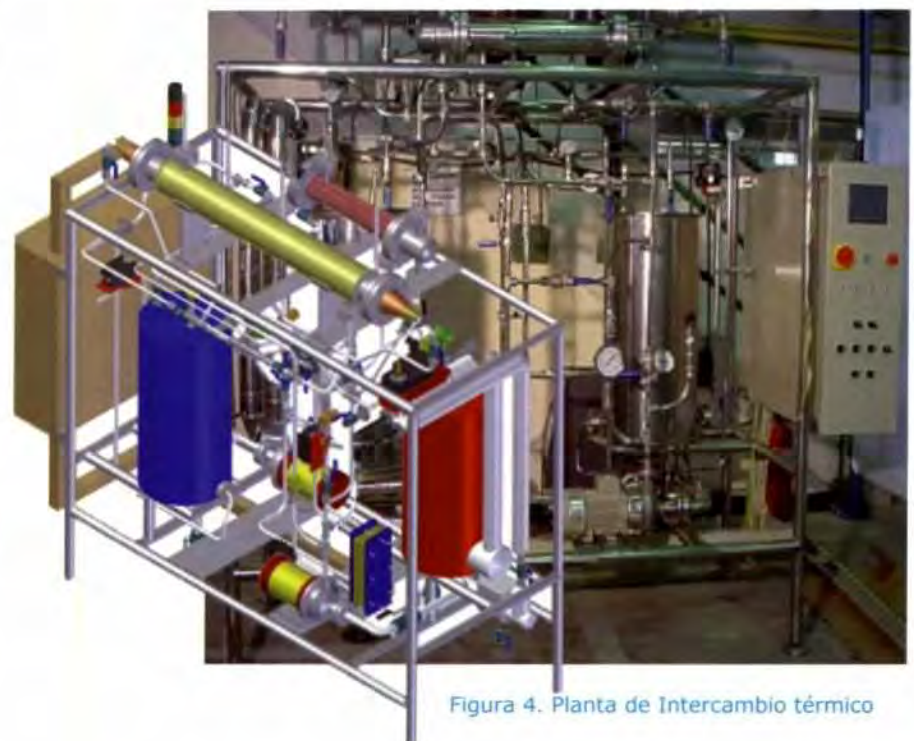


Figura 4. Planta de Intercambio térmico

tanque separador, una bomba de vacío y tanques para el almacenamiento de los reactivos y productos.

Las variables de proceso a controlar son: La temperatura, el pH, la velocidad del agitador y el tipo de agitación en el reactor y las variables a medir son: La presión y temperatura en el reactor, la conductividad eléctrica y el flujo de gases del extractor.

**Aplicaciones:**

- Estudio de las principales reacciones químicas (cinética y termodinámica).
- Efectuar prácticas con diversos tipos de reacciones (reversibles, irreversibles y múltiples).
- Evidenciar la influencia de la temperatura y del pH en la eficiencia de la reacción.

Las reacciones objeto de estudio serán: La transesterificación, la hidrólisis del acetato de metilo y las cinéticas de descomposición del peróxido de hidrógeno y de algunas reacciones iónicas.

**Planta de Intercambio térmico (Figura 4)**

Permite el estudio de los sistemas de transferencia de calor (enfriamiento y calentamiento) entre fluidos que están separados por una pared metálica. Posee tres intercambiadores de calor con la misma superficie de intercambio, dos tanques de almacenamiento y dos bombas; los intercambiadores pueden operar en contracorriente o en paralelo.

Las variables a controlar son: La temperatura, el flujo hacia los tanques de agua (fría y caliente) y la temperatura en los intercambiadores. Así mismo, las variables a medir son: La temperatura del agua de enfriamiento y en los intercambiadores y la presión de las bombas de agua y a la salida de los intercambiadores.

**Aplicaciones:**

Los estudiantes podrán:

- Verificar los coeficientes de conducción, convección y los coeficientes totales de transferencia de calor.
- Realizar balances térmicos.

Las prácticas pueden realizarse con fluidos como agua caliente y fría, variando las siguientes condiciones de operación: Tipo de intercambiador, temperatura y flujo de los tanques de agua, además del tipo de flujo (contracorriente o paralelo).

Además del montaje de cada planta, se incluyó la respectiva documentación técnica con los planos (mecánicos y eléctricos), manuales de operación y mantenimiento (tanto mecánico como eléctrico, de instrumentación y control automático) y los catálogos de los proveedores de los equipos y accesorios; igualmente, los docentes y alumnos del Centro Multisectorial de Barrancabermeja fueron capacitados en la operación y mantenimiento de las plantas.

Este proyecto aporta beneficios que redundan en la calidad de la educación, no sólo de los Centros de Formación del SENA, sino

también de universidades, Centros de Investigación, colegios técnicos y demás instituciones educativas. Las especialidades del Centro Multisectorial de Barrancabermeja que se beneficiarán con este laboratorio son las siguientes: Tecnólogo en Procesos Químicos Industriales, Técnico Profesional Operador de Plantas, Analista Químico, Técnicos de Laboratorio Químico y Técnicos en Instrumentación y Control de Procesos. De la misma manera, se verán beneficiadas las empresas pertenecientes a los siguientes sectores industriales: Petroquímica, donde se realiza la refinación del crudo y los subproductos de la misma, Oleoquímica, con la refinación de aceite comestible y los subsectores Agroindustrial y Químico, en el campo de los fertilizantes.

**Equipo de trabajo y colaboradores:**

**Dirección General SENA**

**Dirección de formación profesional:**

- Dr. Jhon Jairo Díaz Londoño. *Director.*

**Grupo Sectorial y pertinencia de la Formación Profesional Integral:**

- Dr. Giovany Orozco Parra. *Coordinador.*
- Ingeniero Jairo Iván Marín Másmela. *Asesor.*

**Dirección Administrativa y financiera**

- Dr. Orbidio Velandia Niño. *Director.*

**Grupo Convenios y Contratos:**

- Dra. Liliana Herrera Leguizamón. *Coordinadora.*
- Profesional Nubia Becerra Marmolejo. *Asesora.*
- Profesional Constanza Monsalve Saénz. *Asesora.*

**Grupo de bienes, servicios y logística:**

- Doctora María Ignacia Valencia de Arango. *Coordinadora.*
- Profesional Edgar Hernán Gutierrez Umaña. *Asesor*

**Centros SENA**

**Centro de Nacional ASTIN**

- Ingeniera Aura Elvira Narváez Agudelo. *Subdirectora - Supervisora del proyecto.*
- Ingeniero Bairo Vera Mondragón. *Instructor - Director del proyecto.*
- Ingeniero Luis Fernando Medina Navarro. *Instructor - Coordinador operativo del proyecto.*
- Ingeniero Javier Alberto González. *Instructor.*
- Ingeniero Carlos Alberto Vásquez Osorio. *Instructor.*
- Ingeniera Alejandra Suárez Ramírez. *Instructora.*
- Ingeniero Diego Vidarte Mayor. *Instructor.*
- Ingeniero Mauricio Correa Quintana. *Instructor.*
- Licenciado Flavio Peña Pérez. *Instructor.*
- Técnico Carlos Hider Hernández Ocampo.
- Técnico Edward Rivera Mena.
- Técnico Henry Holguín Romero.
- Alumnos de los cursos de modelado tridimensional en el pro/engineer y solid edge.

**Centro de Electricidad y Automatización Industrial CEAI**

- Doctor William Rosero Aguilar. *Subdirector.*

- Ingeniero Jorge Enrique Moreno Serrano. *Instructor - Coordinador operativo del proyecto.*
- Ingeniero Jaime Diego Arias Figueroa. *Instructor.*
- Ingeniero Walter Adolfo Arredondo Paternina. *Instructor.*
- Estudiantes en práctica: Edwin Ramírez

**Alumnos de los cursos:**

- Control de procesos con PLC
- Instrumentación Industrial
- Electricidad Industrial
- Interfase hombre-máquina.

**Central Didáctica**

- Técnico Jaime Lenis Vidal.
- Técnico Luis Eduardo Reina Clavijo.
- Técnico Rodrigo Palacios Sinisterra.

**Centro Multisectorial de Barrancabermeja CMB**

- Doctor Cesar Manuel Portacio Serpa. *Subdirector - Coordinador operativo del proyecto*
- Ingeniera Diana Carol Vergel Corredor. *Instructora.*
- Químico Orlando Enrique Ortega Flores. *Instructor.*
- Ingeniero Jorge Enrique Olarte Duran. *Instructor.*
- Técnico Armando Ribon Pedroza. *Instructor.*
- Arquitecto José Eduardo Suárez Roa. *Instructor.*
- Técnico Frank Ricaurte Feijoa. *Instructor.*

**Alumnos de los cursos:**

- Analista químico
- Tuberos montadores
- Oficial de enchapes
- Oficial de estructuras

