

**PROPUESTA DE UN MARCO OPERATIVO Y DE GERENCIA DE PROYECTOS  
DESDE INDUSTRIA, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN EL CENTRO DE  
PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE (CEPIIS)**

**ANDRES FELIPE ROCHA AGUIRRE**

**Proyecto integral de grado para optar por el título de  
INGENIERO QUÍMICO**

**Director:**

**IVÁN RAMÍREZ MARÍN**

**Ingeniero Químico**

**Codirector:**

**JUAN CAMILO CELY GARZÓN**

**Ingeniero Químico**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTÁ D.C**

**2024**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Nombre**  
**Firma del director**

**Nombre**  
**Firma del presidente jurado**

---

**Nombre**  
**Firma del Jurado**

---

**Nombre**  
**Firma del Jurado**

**Bogotá, D.C. Junio 1 de 2024**

## **DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrector Académico

Dra. María Fernanda Vega Mendoza

Vicerrectora Académica y Extensión

Dra. Susan Margarita Benavides Trujillo

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ramiro Augusto Forero Corzo

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana Facultad de Ingenierías

Dra. Nalliny Patricia Guerra Prieto

Directora del Programa de Ingeniería Química

Ing. Nubia Liliana Becerra Ospina

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	9
<b>INTRODUCCIÓN</b>	12
<b>OBJETIVOS</b>	14
<b>1. GENERALIDADES Y MARCO TEORICO</b>	15
<b>1.1 Marco Teórico</b>	15
<i>1.1.1 Centro de procesos</i>	15
<i>1.1.2 Unidades de proceso</i>	16
<i>1.1.3 Planta piloto</i>	18
<i>1.1.4 Plantas piloto en universidades</i>	21
<i>1.1.5 Centro de procesos como función de extensión</i>	21
<i>1.1.6 Contexto industrial colombiano</i>	21
<i>1.1.7 Introducción a la gerencia de proyectos en ingeniería química</i>	21
<i>1.1.8 Gerencia de proyectos en ingeniería aplicada a plantas piloto</i>	22
<b>1.2 Glosario</b>	23
<b>1.3 Diseño metodológico</b>	25
<b>2. REVISIÓN DE OFERTA DE SERVICIOS</b>	26
<b>2.1 Portafolio de servicios</b>	26
<b>2.2 Benchmarking</b>	29
<i>2.2.1 Organizaciones y Universidades a Comparar</i>	29
<i>2.2.2 Descripción de Los factores clave comparar</i>	35
<i>2.2.3 Matriz de Perfil Competitivo</i>	38
<i>2.2.4 Análisis e interpretación de Resultados</i>	41
<i>2.2.5 Tendencia en cuanto a los Sectores e industrias de los centros de innovación y desarrollo</i>	44
<b>2.3 Actualidad de la industria química tendencias y necesidades</b>	46

2.3.1 <i>Actividades de la Ingeniería Química Colombiana según perfiles</i>	47
2.3.2 <i>Actividades económicas relacionadas con el sector industrial y la manufactura</i>	48
2.3.3 <i>Actividades Económicas relacionadas con el Sector de Servicios</i>	49
2.3.4 <i>Distribución de Ingenieros Químicos por Industrias en México</i>	51
2.3.5 <i>Ingeniería Química en universidades del exterior</i>	52
2.4 <b>Sectores de vinculación y oportunidades para prácticas empresariales en la universidad de américa y a nivel de trabajos de grado</b>	53
<b>3. LÍNEA DE TRABAJO</b>	63
3.1. <b>La industria de alimentos como el sector con mayor oportunidad para establecer la línea de trabajo</b>	63
3.2 <b>Propuesta de aprovechamiento de las unidades disponibles en el CEPIIS con las tendencias actuales de la industria de alimentos</b>	64
3.2.1 <i>Necesidades y desafíos de la industria alimentaria</i>	64
3.2.2 <i>Descripción y características de los centros a proyectar</i>	67
3.3 <b>CEPIIS como centro de innovación y productividad</b>	81
<b>4.CRITERIOS CLAVE PARA EL MARCO DE LA GERENCIA Y OPERACIÓN</b>	84
4.1 <b>Hoja de ruta para las alianzas estratégicas y articulación CEPIS y CEIS/CTP</b>	84
4.1.1 <i>Introducción de las alianzas estratégicas de manera general</i>	84
4.1.2 <i>Análisis del contexto para una alianza estratégica</i>	87
4.1.3 <i>Identificación de recursos y activos de las partes interesadas</i>	90
4.1.5 <i>Due Diligence para alianzas CEPIS, CEIS Y SECTOR REAL</i>	92
4.1.6 <i>Implementación de la alianza desde CEPIS, CEIS y SECTOR REAL</i>	93
4.1.7 <i>Evaluación de desempeño de alianzas estratégicas CEPIIS, CEIS y SECTOR REAL</i>	94
4.1.8 <i>Sostenibilidad de la alianza para CEPIS, CEIS y SECTOR REAL</i>	94
4.1.9 <i>Matriz de relacionamiento modelo de articulación de alianzas estratégicas para CEPIIS, CEIS y SECTOR REAL</i>	95

<b>4.2 Propuesta para la gestión de proyectos de la industria en el CEPIIS (indicadores, tiempos, escenarios, protocolo)</b>	96
<i>4.2.1 Estructura Organizacional</i>	96
<i>4.2.2 Hoja de ruta para gestión de proyectos e identificación de necesidades</i>	97
<i>4.2.3 Tipos de Proyecto</i>	99
<i>4.2.4 Ingeniería conceptual - Prefactibilidad</i>	100
<i>4.2.5 Ingeniería Básica - Factibilidad</i>	101
<i>4.2.6 Ingeniería de detalle - Estudios y diseños definitivos</i>	101
<b>4.3 Estructura organizacional y perfiles de acuerdo a min ciencias</b>	102
<i>4.3.1 Roles en los proyectos de CTel</i>	102
<b>4.4 Estructura organizacional y perfiles CEPIIS</b>	104
<i>4.4.1 Puesta En Marcha</i>	104
<i>4.4.2 Matriz Funcional Y De Relacionamiento</i>	105
<i>4.4.3 Tipo Planta Industrial y a Largo Plazo</i>	108
<b>4.5 Manual de funciones</b>	108
<i>4.6.1. Disposiciones Generales</i>	132
<i>4.6.2 Deberes Generales de quien ingresa al CEPIIS.</i>	133
<i>4.6.3. Deberes específicos del personal del laboratorio</i>	133
<i>4.6.4. Áreas de Trabajo</i>	136
<i>4.6.5 Prácticas Seguras y elementos de protección personal</i>	136
<i>4.6.6 Registros de Trabajo</i>	138
<i>4.6.7 Gestión De La Seguridad</i>	138
<i>4.6.8 Manejo de emergencias y accidentes</i>	138
<b>5.CONCLUSIONES</b>	140
<b>6.RECOMENDACIONES</b>	141
<b>REFERENCIAS</b>	142
<b>ANEXOS</b>	151

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Carátula portafolio de servicios	27
<b>Figura 2.</b> Servicios y productos CEPIIS	28
<b>Figura 3.</b> Centros y servicios disponibles	29
<b>Figura 4.</b> Información y datos Sennova	32
<b>Figura 5.</b> Información y datos Agrosavia	33
<b>Figura 6.</b> Radar de valor	42
<b>Figura 7.</b> Distribución de Ingenieros Químicos por Industrias en México	52
<b>Figura 8.</b> Prácticas empresariales en Ing. Química en España	53
<b>Figura 9.</b> Sectores industriales de las prácticas empresariales de Ingeniería Química	54
<b>Figura 10.</b> Sectores industriales de los Trabajos de grado de Ingeniería Química	56
<b>Figura 11.</b> Enfoque o área de estudio en los trabajos de grado realizados	61
<b>Figura 12.</b> Sistema de cadena de bloques mejorado para cadena de suministro	71
<b>Figura 13.</b> Integración de BlockChain, RFID e IoT	72
<b>Figura 14.</b> Sistema de producción de alimentos sostenible	78
<b>Figura 15.</b> Artificial photosyntesis	79
<b>Figura 16.</b> Línea de tiempo para reconocimiento de centros	83
<b>Figura 17.</b> Hoja de ruta para alianzas estratégicas CEPIIS, CEIS/CTP y Sector real	90
<b>Figura 18.</b> Estructura organizacional CEPIIS	96
<b>Figura 19.</b> Hoja de ruta para alianzas estratégicas	98
<b>Figura 20.</b> Esquema de participación en proyectos CEPIIS	99
<b>Figura 21.</b> Organigrama puesta en marcha	105
<b>Figura 22.</b> Matriz Funcional Y De Relacionamiento CEPIIS y dependencia Universidad de América	107
<b>Figura 23.</b> QR Método Analítico Jerárquico	152

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Factores clave resultantes del AHP sin ajustar	39
<b>Tabla 2.</b> Matriz de perfil competitivo	40
<b>Tabla 3.</b> Valoración para la información encontrada	41
<b>Tabla 4.</b> Actividades económicas declaradas por perfiles de Ing. Química	47
<b>Tabla 5.</b> Secciones en el sector productivo de manufactura y sus divisiones	48
<b>Tabla 6.</b> Grupos industriales que concentran la mayor parte de producción bruta	49
<b>Tabla 7.</b> Divisiones de comercio al por mayor y por menor	50
<b>Tabla 8.</b> Divisiones para actividades profesionales, científicas y técnicas	50
<b>Tabla 9.</b> Divisiones para el sector de educación	51
<b>Tabla 10.</b> Empresas con procesos de prácticas Ingeniería Química	57
<b>Tabla 11.</b> Empresas con trabajos de grado de Ingeniería Química	58
<b>Tabla 12.</b> Publicación de los trabajos de grado con empresas de Ingeniería Química	59
<b>Tabla 13.</b> Publicación de los trabajos de grado con empresas de Ingeniería Mecánica	60
<b>Tabla 14.</b> Empresas con trabajos de grado de Ingeniería Mecánica	60
<b>Tabla 15.</b> Especificaciones técnica equipos de computo	70
<b>Tabla 16.</b> Limites operativos Reactor de alta presión	76
<b>Tabla 17.</b> Limites operativos Biorreactor	77
<b>Tabla 18.</b> Dinámica de Beneficios para las partes interesadas	85
<b>Tabla 19.</b> Ventajas de Colaboración para las partes interesadas	86
<b>Tabla 20.</b> Mecanismo general para construir alianzas estratégicas	87
<b>Tabla 21.</b> Matriz de relacionamiento modelo de articulación CEPIIS, CEIS y Sector real	95
<b>Tabla 22.</b> Manual de funciones director del CEPIIS	110
<b>Tabla 23.</b> Manual de funciones Supervisor de Logística y Operación	112
<b>Tabla 24.</b> Manual de funciones Ingeniero de Proyección Uso y Operación	114
<b>Tabla 25.</b> Manual de funciones Ingeniero de Procesos	116
<b>Tabla 26.</b> Manual de funciones Profesional de Seguridad y Salud	119
<b>Tabla 27.</b> Manual de funciones Técnico de Mantenimiento	121
<b>Tabla 28.</b> Manual de funciones Ingeniero de Diseño	123
<b>Tabla 29.</b> Manual de funciones Profesional de Costeo de Unidades	125
<b>Tabla 30.</b> Manual de funciones Profesional de Mercadeo	127
<b>Tabla 31.</b> Manual de funciones Semilleros de Investigación	129
<b>Tabla 32.</b> Manual de funciones Pasantía o Proyecto de Grado	131

## RESUMEN

La universidad de América cuenta con el Centro de procesos e innovación para la industria sostenible (CEPIIS) actualmente en etapa de adecuación y ultimando detalles para su puesta en marcha, dicho espacio es catalogado como una planta piloto con diferentes servicios industriales. El centro de procesos e innovación para la industria sostenible (CEPIIS) requiere un plan de operación basado en el portafolio de servicios que ofrece y de acuerdo a las especificaciones con que este cuenta, encontrando un espacio de mercado y especializándose en los sectores que más demanda tiene de la industria, soportado por las instalaciones y la herramientas con las que cuenta el CEPIIS, para poder sobresalir en relación a la competencia, ofreciendo servicios de excelente calidad, teniendo así un insumo importante en el momento de ofrecer su portafolio de servicios formalmente en busca de empresas, socios y demás partes interesadas.

Para realizar este plan de operación y de gerencia de proyectos se revisó el tema de los competidores, allí se utilizó la herramienta Benchmarking, en este caso de tipo competitivo, con la cual se compararon los estándares y las mejores prácticas comerciales del nicho de mercado, las etapas que se utilizaron para implementar esta herramienta fueron: un análisis detallado y de las prácticas a evaluar, las empresas o competidores, la información que se va a comparar, análisis e implementación, esto permitió encontrar los factores clave y las estrategias que lo posicionaran dentro de los centro de procesos más importantes.

Posteriormente se realizó un análisis de las actividades económicas para Ingeniería Química en el ámbito local y en el exterior, para luego consolidar información de empresas que hayan tenido relación con la universidad, ya sea desde la realización de trabajos de grado, pasantías y proyectos conjuntos, toda esta información permitió identificar posibles aliados o socios y diferentes escenarios que esquematizan la inclinación del sector en cuanto a cada una de las industrias y las que mayor demanda de procesos o servicios, dicha información permitió encontrar el público objetivo y el perfil de los clientes.

Una vez se estudió a los competidores y el público objetivo se buscó una propuesta para el aprovechamiento de capacidades de la Unidades y Centros del CEPIIS, esta oportunidad de aplicación parte de resolver las necesidades de la industria de alimentos la cual se encontró como la que tiene más demanda en la revisión anterior, inicialmente s caracterizando los

procesos y las líneas de trabajo a desarrollar, dejando un marco y un análisis inicial de los requerimientos y necesidades para adelantar dichos proyectos.

Finalmente, para responder a los criterios necesarios para el marco de la gerencia y de operación, se presentó la estructura organizacional y la hoja de ruta para alianzas estratégicas todo esto acorde con los perfiles y funciones que respondan a las especificaciones del centro de procesos y que permitan el relacionamiento y articulación de proyectos en el CEPIIS, además se presenta el esquema de relacionamiento en la universidad y el reglamento interno de trabajo.

**PALABRAS CLAVE:** Evaluación de mercado, línea de trabajo, marco de gerencia y operación, planta piloto, Benchmarking.

## INTRODUCCIÓN

El centro de procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) fue creado como una planta piloto semi-industrial con diferentes unidades de proceso que se encuentran ubicadas en las instalaciones Ecocampus de los cerros de la Universidad de América en Bogotá D.C., dicha planta está conformada por diferentes centros los cuales manejan diversas unidades de proceso y tienen funcionalidades específicas que constituyen la planta de procesos Químicos a escala piloto, ofreciendo servicios a distintas industrias o sectores de las mismas.

El planteamiento inicial del centro de procesos se realizó en función de la investigación formativa, pero se abre la posibilidad de que el centro de procesos responda a problemas del sector reales presentados por la Industria, ampliando la función de docencia e investigación a extensión que más allá de una visión económica es una alternativa de relacionamiento y de articulación de proyectos y prácticas que posicionen y le den mayor visibilidad al CEPIIS y su vez a la Universidad.

Por todo lo anterior el centro de procesos e innovación para la industria sostenible (CEPIIS) requiere de un marco de operación y gerencia basado en el portafolio de servicios, este fue desarrollado para ofrecer los servicios de Consultoría, extensión e investigación a partir de la Unidades disponibles donde se pueden llevar a cabo procesos de destilación de sustancias, absorción, concentración, secado, extracción, evaporación, reacciones y procesos biológicos entre otros. El portafolio del CEPIIS se constituye del propósito, promesa de valor, valores institucionales, centros con cada uno de sus ventajas competitivas y sectores de aplicación, además se describen los servicios anteriormente mencionados y se amplían algunos otros como son: Consultoría en investigación y desarrollo, Inteligencia artificial, Diseño y prototipado, Escalamiento, Ensayo y caracterización, y Simulación.

Para la realización del marco de gerencia y operación inicialmente se realizó la revisión de la oferta de servicios la cual dio la ruta para encontrar el nicho de mercado, los competidores y las estrategias clave, todo esto desde la realización de un Benchmarking de tipo competitivo donde se presentaron diferentes resultados y la búsqueda de las diferentes tendencias de trabajo, y vinculación de los profesionales de Ingeniería Química en las diferentes actividades

económicas que se presentan desde los posibles clientes y aliados estratégicos de acuerdo al relacionamiento y trabajo que tiene la universidad de América hasta el día del presente trabajo.

El aprovechamiento y la utilización de las unidades requiere de una línea de trabajo enfocada en un sector específico de la Industria que se pueda desarrollar de acuerdo a las especificaciones operativas y de seguridad que garanticen procesos de alta calidad y que cumplan con todas las normativas vigentes, es por esto que se desarrolló un escenario con las industrias más afines a las especificaciones de los equipos y las posibles aplicaciones, allí la industria que presentó la mayor proyección fue la industria de alimentos, por consiguiente se revisaron los desafíos de dicha industria, y el aprovechamiento de la sala COCO y el laboratorio BIOCAL con dos alternativas aplicables a estas especificaciones técnicas.

Finalmente, para plantear los criterios clave para el marco de la gerencia y operación, se desarrolló la estructura organizacional que responde a las especificaciones y funcionalidades, presentando los perfiles requeridos y experiencia necesaria. También la hoja de ruta para alianzas estratégicas facilitando el relacionamiento y la dinamización que permita acceder a nuevos recursos y herramientas que le den valor a actividades y proyectos realizados en el CEPIIS.

## **OBJETIVOS**

### Objetivo General

Desarrollar un marco operativo y de gerencia de proyectos desde industria, investigación y desarrollo en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible - CEPIIS.

### Objetivos Específicos

- Revisar la oferta de servicios industriales disponibles y futuros en el centro de procesos considerando las tendencias del contexto industrial local
- Establecer una línea de trabajo en el centro de procesos considerando las especificaciones operativas, técnicas y de seguridad de los equipos disponibles seleccionados.
- Seleccionar los criterios clave para el marco de la gerencia y operación del centro de procesos con proyección al desarrollo de proyectos industriales y de investigación.

## 1. GENERALIDADES Y MARCO TEORICO

### 1.1 Marco Teórico

#### 1.1.1 Centro de procesos

Los centros de procesos son organizaciones públicas o privadas que cuentan con personería jurídica propias o dependientes de otra entidad establecida en Colombia, estos deben favorecer y proyectar la competitividad y de la productividad a nivel local, regional o nacional, en búsqueda de suplir las necesidades del conocimiento científico, técnico y desarrollo tecnológico y avances entre las partes interesadas, posibilitando la comunicación y la transferencia del conocimiento entre sí. [1]

Desde del año 2010 y 2017, la universidad inició su plan de inversión en los componentes académicos y de investigación desarrollados en el departamento, Luego de la evaluación técnica realizada por parte del comité curricular de la carrera se identificaron los equipos y las unidades a adquirir, las directivas empezaron a hacer la evaluación financiera, para finalmente hacer el proceso de compra de compras y revisión de términos y condiciones por medio del área jurídica de la universidad.

Inicialmente las unidades se compraron para que contaran con las condiciones técnicas requeridas para ser utilizadas en las prácticas de las asignaturas de los planes de estudio de Ingeniería Química. Primeramente, revisando los planes de estudio para en una segunda etapa transversalizar los diferentes programas de Ingeniería.

Una vez se adquirieron los equipos se da la necesidad de un centro de procesos para la facultad de ingenierías, en el cual se integrarían las unidades y equipos adquiridos para el desarrollo de proyectos de ingeniería y de las actividades de docencia e investigación intrínsecas en los procesos de la universidad.

Desde el año 2020 se viene haciendo la elaboración de evaluaciones, revisiones y documentos respecto a los equipos y unidades, para el año 2022 se construye el edificio, para este momento ya se contaba con diferentes, planos, diseños y proyectos que daban respuesta a diferentes desafíos que presenta el proyecto, desde entonces se continúan realizando trabajos y adaptando la infraestructura, los servicios y unidades para la puesta en marcha de determinadas unidades.

### ***1.1.2 Unidades de proceso***

Las unidades de proceso son el conjunto de equipos, tanto estáticos como dinámicos, que operan una alimentación, en determinadas condiciones operativas, para obtener diferentes productos ya sea finales o intermedios.[2]

Estas tienen el propósito de optimizar, escalar y producir procesos a partir de ensayos de diferentes áreas de la industria química, con el fin de mejorar o desarrollar nuevas innovaciones a partir de proyectos o investigaciones previas o de manufactura, teniendo en cuenta las actuales tecnologías que facilitan el procesamiento, seguridad y progreso que se está llevando en la unidad. [3]

El Centro de Procesos e Innovación para la industria sostenible (CEPIIS) tiene nueve unidades de proceso, de esta se han desarrollado diferentes proyectos de grado abarcando información de las mismas, ya sea información estructural y operacional. A continuación, una breve descripción:

- **Unidad de destilación.**

La destilación se define como la operación unitaria la cual resulta de la separación de sustancias con diferentes volatilidades en una mezcla líquida miscible para conseguir el equilibrio y separar el fluido en dos fases, utilizada en la industria petrolera y aromática, en la búsqueda del aprovechamiento de componentes químicos y en la industria de alimentos y bebidas alcohólicas. [4]

- **Unidad de absorción.**

El proceso de absorción se da con diversos componentes existentes en una mezcla de gases en la que la transferencia de materia realiza un papel fundamental debido a que se da entre fase gaseosa y líquida que se dividen a través de una variación en la concentración. [5]

La absorción se implica para recuperar productos gaseosos, controlar emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, entre otros. Esta operación unitaria es bastante sostenible porque evita el daño al medio ambiente.[5]

- **Unidad de extracción.**

La extracción es una operación unitaria la cual lleva a cabo separaciones de mezclas de varios compuestos líquidos y sólidos a partir de un disolvente específico que cumpla con características requeridas. [6]

Puede ser de dos tipos la extracción, sólido-líquido o líquido-líquido:

- **Unidad de secado.**

El secado es una operación unitaria que se entiende como la separación de la humedad de un sólido por medio de un gas, se llevan a cabo procesos de transferencia de energía que se da cuando el gas caliente transfiere calor al sólido extrayendo el agua del sólido presentándose así la transferencia de masa, donde es importante que líquido no alcance su punto de ebullición ya que el sólido perdería sus propiedades físicas y biológicas.

El secado a nivel de industria, entre ellas se pueden mencionar la preservación de materiales, el manejo y almacenaje de productos y concentración de solutos. [7]

- **Unidad de planta térmica.**

Una planta térmica es una unidad de proceso que posee equipos que permiten de manera real obtener energía, a través de la combustión de ACPM, siendo capaz de generar procesos energéticos, la cual a través de los diferentes equipos de la unidad hace competente el monitoreo y estudio de las operaciones escalables.

- **Unidad de reacción de alta presión.**

Un reactor químico es un equipo fabricado para llevar a cabo reacciones químicas en su interior. Este consta de un recipiente cerrado con entradas y salidas para las sustancias químicas, y está controlado por el algoritmo. El reactor de alta presión es de tipo discontinuo y puede utilizarse para reacciones endotérmicas o exotérmicas facilitando reacciones en vacío mediante la extracción de aire del tanque de reacción por medio de un tubo Venturi con circulación de vapor de agua. [8]

- **Unidad de biorreacción – biofermentación.**

Es un fermentador es indispensable en los procesos biotecnológicos. Este debe crear un ambiente controlado permitiendo el crecimiento de microorganismos y la producción de

organismos deseados y se encarga de mantener condiciones estériles para cultivar únicamente la especie biológica de interés. [9]

Los biorreactores/fermentadores de mesa esterilizables en autoclave diseñado para cumplir con requisitos de diseño del sector químico en procesos biotecnológicos y biofarmacéuticos. El sistema es fácil de usar, flexible y ampliable. [10]

La unidad es una herramienta adecuada para desarrollar procesos de cultivo celular y microbiano en reactores agitados. [10]

- **Unidad de banco de reacción.**

Un reactor químico es una unidad procesadora que se utiliza para realizar reacciones químicas, está integrada por un recipiente que cuenta con líneas de entrada y salida para sustancias químicas, y está regido por un algoritmo de control. [11]

Los reactores deben garantizar que los reactivos tengan el contacto adecuado o el flujo correcto y las condiciones, de presión, temperatura y composición dentro del recipiente, con el objetivo de lograr una mezcla deseada con los materiales que reaccionan. [11]

- **Unidad de tren de evaporación**

Un evaporador químico es una unidad de proceso utilizada en la industria para concentrar una solución mediante la eliminación selectiva del solvente a través del proceso de evaporación. Los evaporadores químicos son utilizados en una variedad de industrias, incluyendo la química, farmacéutica, de alimentos y bebidas, y de tratamiento de aguas, entre otras. Son útiles para concentrar soluciones, separar componentes y gestionar residuos líquidos de manera más eficiente. [12]

### ***1.1.3 Planta piloto***

Una planta piloto es un espacio en el cual se encuentran diferentes unidades de procesamiento para realizar escalamiento de proyectos e investigaciones a nivel industrial o según sea su razón social. En esta se puede realizar prácticas y experimentaciones en diferentes áreas, debido a que funciona con diferentes equipos cada uno con su objeto de estudio específico.[13]

Tiene como propósito caracterizar proyectos de investigación, a través de la innovación en productos nuevos o existentes, obtener diferentes características del producto final, diseñar equipos y herramientas que se puedan implementar en nuevos procesos, producir información a partir de documentos que indiquen la metodología de un proceso o equipo, realizando prototipos y ensayos, observando las diferentes ópticas que engloban un proceso industrial. [13]

El centro de procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) fue creado como una planta piloto semi-industrial con diferentes unidades de proceso que se encuentran ubicadas en sus diversas instalaciones. Está conformada por diferentes centros los cuales manejan diversas unidades de proceso y tienen funcionalidades específicas.

- **Centro de Purificación y refinación (CEPURE)**

En CEPURE se encuentran unidades de proceso como la torre de destilación, la torre de absorción, el extractor líquido-líquido sólido-líquido, el secador, el filtro prensa y el molino. Tiene como objetivo el procesamiento, separación y refinación de materiales y diferentes sustancias químicas. [14]

- **Centro de servicios industriales (CESI)**

El centro CESI tiene una planta térmica la cual cuenta con torre de enfriamiento, caldera, turbina, suavizador de agua, entre otros. De igual forma se cuenta con una planta de tratamiento de aguas industriales (PTAI) de aguas de filtración, de proceso y lluvia, la cual circulará por medio de bombas hasta CUBO para que allí realice su respectiva limpieza. Se ofrece para diferentes equipos el uso de los servicios de gases especiales como nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono. Tiene como función suministrar energía, generar controles y ensayos para requerimientos de tratamientos de aguas. [14]

- **Centro de transformación y adecuación**

En el centro de Transformación y Adecuación (CETA) se encuentra el banco de reactores tipo Batch, CSTR, PFR y PBR, la unidad funciona para gases y líquidos, como se examina en la ilustración 3. De igual forma está el tren de evaporadores que es de triple efecto en el cual se reduce el consumo energético a comparación de tres evaporadores simples independientes.

Cada uno cuenta con diferentes tanques ya sea de almacenamiento, alimento, condensado o aceite térmico. [14]

- **Centro de optimización y control (COCO)**

En el centro de optimización y control (COCO) se tiene computadores Workstation capaces de realizar data science, inteligencia artificial y machine learning, el objetivo en esta zona es tener todo el control de la planta de forma presencial y virtual a partir de los PLC de cada equipo y de su respectiva simulación según sea su proceso. [14]

- **Laboratorio de procesos Biológicos y Calidad (BIOCAL)**

En el laboratorio de procesos Biológicos y de calidad (Biocal), consiste en el reactor de alta presión y el biorreactor bio fermentador, los cuales sirven para generar análisis bioprocesos y caracterización. De igual forma se cuenta con 3 cuartos en donde el primero es acústica y sonoramente aislado para evitar el estrés de microorganismos en desarrollo y crecimiento, en el segundo cuarto es para gravimetría por medio de la balanza analítica y el tercer cuarto es para realizar metrología. Cuenta de igual forma con los equipos esenciales de laboratorio y con gases especiales. [14]

- **Cuarto de bombas, Almacenamiento de Reactivos y RESPEL (CUBO)**

En dicho cuarto están ubicadas las bombas para las diferentes unidades de proceso, 6 tanques con capacidad de 12 m<sup>3</sup> para el manejo de la planta de tratamiento de aguas resultantes del proceso, lluvia y agua potable. De igual forma, se encuentra el almacenamiento de sustancias químicas y RESPEL junto con un cuadro de entrega y recepción de las mismas. [14]

- **Aula especial en Procesos (AEPRO)**

El aula especializada en procesos (AEPRO) es una sala en la cual se pueden realizar cursos, capacitaciones y/o conferencias, la cual tiene una vista hacia la planta industrial, cuenta con mesas transformables debido a que se convierten en tableros y de igual forma sillas plegables para tener mayor capacidad de espacio si es necesario, también se encuentra allí una pantalla táctil y un computador para realizar el seguimiento de los procesos que están ocurriendo en COCO y en el CEPIIS. [14]

#### ***1.1.4 Plantas piloto en universidades***

Actualmente diferentes universidades en Colombia cuentan con plantas piloto con distintas especificaciones de acuerdo a los programas que estos ofrecen, especialmente en ingenierías o en temas de desarrollo tecnológico, en su mayoría pensadas en proyectos de investigación y docencia, ya que son pocas las universidades que están catalogadas como centro de Innovación y productividad, y que presentan modelos de extensión, que ofrezcan su portafolio de servicios y estén interesados en resolver las necesidades de la industria para que así faciliten temas de articulación y de alianzas estratégicas.[14]

#### ***1.1.5 Centro de procesos como función de extensión***

El planteamiento inicial de centro de procesos en función de la investigación formativa abre la posibilidad de que el centro de procesos resuelva problemas reales presentados por la industria, ampliando la función de docencia e investigación a extensión que más allá de una visión económica es una alternativa de relacionamiento y de articulación de proyectos.

#### ***1.1.6 Contexto industrial colombiano***

En un mercado global cada vez más interrelacionado, donde todos los productos compiten por tener la demanda a su favor, es importante darle valor a los recursos y profesionales con los que cuenta la industria colombiana. Colombia se perfila como una nación diversa y llena de potencial en términos de productos y manufactura con su sello característico.

De hecho, la industria nacional creció un 10,7% en 2022, pero aún mejorable si se compara con el promedio de Latinoamérica. La producción local puede contribuir con la productividad de las empresas, disminuyendo los costos de manufactura, aumentando la economía de escala y ganancia de competitividad.

El impulso de la industria y el comercio local incide además en menores costos de transportación y fortalecimiento de los negocios en cadena, desde los pequeños productores, hasta distribuidores y minoristas. [15]

#### ***1.1.7 Introducción a la gerencia de proyectos en ingeniería química***

La gerencia de proyectos es una de las áreas con mayores requerimientos por parte de industria, abarca todos los conocimientos y acciones estratégicas que se llevan a cabo para la planeación, la ejecución y control de proyectos es fundamental para las empresas. Se trata de una

metodología mejor valorada por las empresas ya que garantiza el cumplimiento de objetivos.[16]

Los programas de estudios de pregrado de ingeniería química no suelen contener cursos obligatorios dedicados a la gestión de proyectos. Sin embargo, al principio de sus carreras, los ingenieros químicos son evaluados frecuentemente según sus habilidades para resolver completamente un problema de una planta industrial. La solución completa implica mucho más que cálculos técnicos. Cuestiones como la programación, el alcance, la calidad, la seguridad y los costos siempre deben abordarse.

La resolución de problemas industriales incluye problemas como la definición del alcance del problema, el establecimiento de líneas de tiempo, la búsqueda de soporte técnico y proveedores, problemas financieros, seguridad e informes. Manejar todos estos problemas de manera eficiente es el dominio de la gestión de proyectos.[17]

### ***1.1.8 Gerencia de proyectos en ingeniería aplicada a plantas piloto***

Una enorme cantidad de empresas e industrias requieren resolver necesidades a la hora de desarrollar nuevos proyectos y soluciones industriales, la gerencia de proyectos parte de las etapas que comienzan proponiendo soluciones conceptuales y terminan generando soluciones que demuestran su viabilidad industrial. Para ello es preciso trabajar con los productos concretos desde laboratorio a la planta piloto encauzando la investigación hacia inversiones productivas y de rápida amortización.

El conocimiento de las denominadas operaciones básicas de la Ingeniería Química es la clave para extender los resultados de laboratorio a escala piloto e Industrial y tener éxito en estos proyectos. Para dicha gestión se requiere el conocimiento técnico especializado en dicha área, en el caso específico del CEPIIS se trata de procesos de destilación, evaporación, extracción sólido líquido, secado, absorción, intercambio iónico, transferencia de calor y reacción química lo que posibilitara proporcionar soluciones a la medida de cada industria en una amplia variedad de sectores Industriales.[18]

## 1.2 Glosario

**Benchmarking:** El benchmarking es un mecanismo administrativo, tiene por objetivo proyectar y optimizar los procesos, servicios y productos empresariales desde la competitividad entre empresas o industrias, allí se pueden encontrar las estrategias que han tenido logros por encima de sus competidores, y que se pueden aplicar desde la empresa que realiza el estudio, este proceso presenta bastante aprendizaje que permite la proyección de una empresa durante su realización. [19]

**Actividades económicas para Ingeniería Química:** El sector químico genera más de 24 mil empleos y encadena más de 50 sectores de la economía. La industria química juega un papel muy importante en la economía del país. De acuerdo con el DANE, significa el 14% del PIB de la industria manufacturera del país, siendo la segunda industria que más aporta al PIB donde en 2022 presento un crecimiento superior al crecimiento del PIB Nacional.

La importancia en la industria química, nace en la química básica, que contempla todos los insumos y materia primas, luego ya subyacen los derivados que tienen una importante participación económica como son el petróleo y el gas natural, conocidos como petroquímica y derivados minerales. [20]

**Estructura organizacional:** La estructura organizacional es el proceso mediante el cual se ordenan y dirigen los diferentes componentes de una empresa, para conseguir los objetivos propuestos. Esto incluye funciones, normas, deberes y responsabilidades.

Dicho proceso posibilita el trabajo conjunto, dentro de las funciones individuales y determina cómo fluye la formación entre las dependencias de la organización para alcanzar su mayor proyección.[21]

**Manual de funciones:** Es el documento que relaciona los diferentes cargos que existen en una empresa. Dicho manual se puede comprender como la explicación y caracterización de los puestos de trabajo que se expresan en el organigrama empresarial, toda vez que detallan tanto las funciones como las competencias para desarrollar en el cargo. [22]

**Reglamento Interno:** Es un documento con el que deben contar las organizaciones, una parte aborda aspectos de higiene y seguridad, otro las normas de orden. Ambos documentos son valiosos tanto para la empresa como para las personas que allí laboran ya que resumen las

condiciones necesarias para una sana convivencia, y también se incluyen las acciones a seguir para prevenir accidentes y problemas laborales.

El reglamento expresa cómo funcionan ciertos procesos y las acciones que se esperan de parte de los empleados para que todas funciones correctamente, sin poner en riesgo su vida ni la de las personas que comparten dicho espacio.[23]

**Due diligence:** Due diligence o Debida Diligencia es precisamente una forma de obtener seguridad y confianza en las operaciones de negocios. Es una herramienta que permite a empresarios y corporaciones realizar una adecuada planeación para realizar fusiones y/o adquisiciones, así como lograr alianzas en participación y prosperas alianzas estratégicas. [24]

**IoT:** La definición de IoT podría ser la agrupación e interconexión de dispositivos y objetos a través de una red (bien sea privada o Internet, la red de redes), dónde todos ellos podrían ser visibles e interaccionar. Si se piensa en aplicaciones industriales, IoT es usado ya en muchas plantas de producción dónde los dispositivos y sensores conectados a la red permiten analizar los datos y generar alarmas y mensajes que son enviados a los distintos usuarios para que tomen las acciones necesarias o incluso iniciar protocolos de actuación de forma automática, sin interacción humana, para corregir o tratar dichas alarmas. [25]

**Block chain:** es una tecnología basada en una cadena de bloques de operaciones descentralizada y pública. Esta tecnología genera una base de datos compartida a la que tienen acceso sus participantes, los cuáles pueden rastrear cada transacción que hayan realizado. Es como un gran libro de contabilidad inmodificable y compartido que van escribiendo una gran cantidad de ordenadores de forma simultánea. [26]

**RFIT:** La tecnología RFID (que significa “Radio Frecuencia Identification”), es un sistema de identificación entre objetos que utiliza radiofrecuencia. Esta tecnología permite que los datos que se encuentran codificados en etiquetas RFID inteligentes sean capturados por un lector RFID mediante ondas de radio. Su principal ventaja radica en la posibilidad de identificar objetos individuales de forma única, rápida y de manera eficiente. Las aplicaciones de esta tecnología se ven plasmadas en múltiples procesos empresariales, tanto internos como externos.[27]

### **1.3 Diseño metodológico**

Este trabajo de grado es de tipo exploratorio-descriptivo y tiene como objetivo diseñar un marco de gerencia y operación para un centro de procesos tipo planta piloto de Ingeniería Química. El estudio incorporará un benchmarking de tipo competitivo, evaluación de tendencias, identificación de posible aliados y socios, análisis de capacidades actuales, y propuesta de una estructura organizacional y hoja de ruta para alianzas estratégicas.

La población del estudio incluye centros de procesos tipo planta piloto en universidades y empresas de la industria a nivel nacional, además se evaluarán las empresas e industrias locales y las necesidades por las cuales tuvieron un acercamiento o un trabajo realizado con la universidad.

Se seleccionará una muestra representativa de 7 centros de procesos con características similares que pertenezcan a un entorno académico pero que preferiblemente realicen actividades de extensión y que cuente con un reconocido prestigio. Los criterios de selección incluirán accesibilidad, relacionamiento e instalaciones.

Se realizarán paneles y reuniones con expertos del sector, además se recurrirá a informes y documentos que reúnan información necesaria para caracterizar cada uno de los centros de procesos, como cifras de producción investigativa, portafolio de servicios, estructura organizacional y relacionamiento.

Los factores clave de éxito encontrados se ponderaran por el método de analítico jerárquico (AHP) para inicialmente darle la valoración y peso a dichos factores, la valoración de cada uno de los centros se pasará por una matriz de criterios de decisión diseñada de acuerdo a la información encontrada, la información de los datos de las empresas y procesos de prácticas empresariales para recolectar las tendencias y necesidades se trabajará por medio de hojas de cálculo donde por medio de hojas del cálculo se construirán los correspondientes gráficos y tablas de resultados.

Se diseñará una estructura organizacional y hoja de ruta para alianzas estratégicas optimizada y basada en los hallazgos anteriormente especificados, esta incluirá recomendaciones y funciones específicas para la asignación de responsabilidades que fundamenten la gerencia y la operación del centro de procesos.

## **2. REVISIÓN DE OFERTA DE SERVICIOS**

Respecto a la revisión de oferta de servicios que puede llegar a ofertar el CEPIIS se debe partir de los trabajos ya realizados, actualmente ya se tiene un portafolio de servicios realizado en un Proyecto de grado el cual cuenta con información estructural y operacional de las unidades de proceso disponible, potencial de operación y versatilidad de las unidades proceso, allí se realizó todo levantamiento de los límites operativos y temas de mantenimiento de cada una de las unidades del CEPIIS.

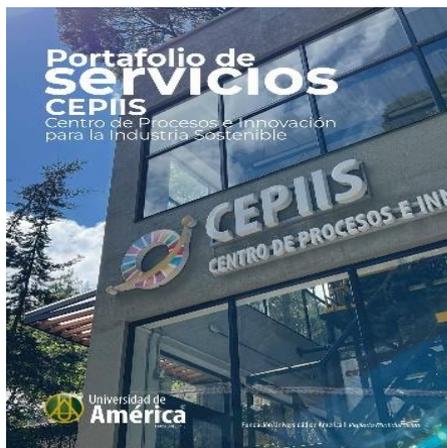
El portafolio de servicios mencionado anteriormente es el resultado del levantamiento de todos los datos operativos y de los servicios que se pueden llegar a presentar para las diferentes industrias, con las ventajas competitivas que estos espacios presentan, además se presentan los valores institucionales, aliados y centros, todo con el propósito de realizar proyectos donde se vea implicado como ejecutor, proyecto de articulación y unidad de apoyo.

Sin embargo, todos estos servicios disponibles requieren de una revisión más profunda del espacio de mercado y del público objetivo para que la promoción y visibilidad se de manera más eficiente, es por esto que se hace necesario realizar un benchmarking de tipo competitivo que brinde un camino más claro, facilitando estrategias de los demás centros de procesos y organizaciones que le den valor a las actividades y proyectos realizados en el CEPIIS, también se evalúan las tendencias industriales del contexto global, de los proyectos y prácticas empresariales realizadas en la Universidad.

### **2.1 Portafolio de servicios**

## **Figura 1.**

### *Carátula portafolio de servicios*



**Nota.** La figura 1 presenta la caratula de la versión más actualizada del portafolio de servicios, Tomado de del trabajo de grado realizado en el CEPIIS por (Niño, n.d.).

El portafolio de servicios se desarrolló desde un trabajo de grado realizado para el CEPIIS con el objetivo de desarrollar un portafolio de servicios para consultoría, extensión e investigación a partir de las unidades de procesos industriales y laboratorios disponibles.

En este trabajo se realizó el levantamiento de información estructural y operacional de las unidades de proceso disponibles en el CEPIIS, estableciendo el potencial de operación y versatilidad de las unidades de proceso según tendencias en la industria química y recomendaciones de uso y seguridad, para así finalmente integrar un portafolio de servicios de acuerdo a la proyección de uso, logística operacional, valor agregado y factor diferenciador del CEPIIS.

Dicho portafolio muestra la oferta de servicios en relación con los objetivos del CEPIIS, para así generar un interés como clientes potenciales generando un reconocimiento entre las distintas organizaciones, mostrando la capacidad que tienen las instalaciones, equipos y unidades que se pueden ofertar.

Dentro del desarrollo del portafolio de servicios del CEPIIS se encuentra: el propósito, promesa de valor, valores institucionales, la descripción de cada uno de los centros con sus respectivos equipos ventajas competitivas y el sector de aplicación, introducidos por medio de los seis servicios a ofertar como se muestra en la siguiente figura, amparados por cada uno de los centros, sus características y límites operativos.

**Figura 2.**

*Servicios y productos CEPIIS*



**Nota.** La figura 2 presenta los principales servicios y opciones a ofertar desde los diferentes centros del CEPIIS, Tomado de del trabajo de grado realizado en el CEPIIS por (Niño, n.d.).

Dentro de los servicios que allí se presentan se deben resaltar funcionalidades como la consultoría, la cual se ve apoyada en el capital humano de expertos que pueden presentar asesoría técnica en diversas Industrias con fines de desarrollo de productos y de investigación, ya se aplicada o formativa, para el diseño y escalamiento industrial se tienen unidades de escala semi-industrial con equipos versátiles que faciliten el manejo de materias primas hasta obtener un producto final, recolectando datos para su respectivo análisis, permitiendo desarrollos y ensayos desde la simulación realizada por medio de equipos con alto rendimiento en análisis de datos a través de tecnologías de la Inteligencia artificial.

**Figura 3.**

*Centros y servicios disponibles*



**Nota.** La figura 3 presenta los diferentes centros del CEPIIS y las unidades que conforman los mismos de acuerdo a su descripción, Tomado de del trabajo de grado realizado en el CEPIIS por (Niño, n.d.).

Finalmente se presentan los diferentes Centros anteriormente descritos y su enfoque de acuerdo a las operaciones unitarias que desempeñan y que a su vez respaldan cada uno de los servicios anteriormente mencionados.

## **2.2 Benchmarking**

Se realizó la evaluación comparativa soportada en una revisión de diferentes estudios con características similares, de esta manera se realizaron los pasos que se identificaron en dichos trabajos con las adaptaciones y cambios que se requieren en este caso específico.

### **2.2.1 Organizaciones y Universidades a Comparar**

Se compararon los centros de innovación, investigación y desarrollo más importantes a nivel nacional ya sean de índole gubernamental o privado en su mayoría pertenecientes a universidades, tomando como factor importante las actividades y procesos en los cuales se ve implicado procesos de planta piloto o procesos de escalamiento industrial, laboratorios y proyectos que podrán aportar al CEPIIS en la planificación estratégica y al marco de la gerencia de operación de la mano de las tendencias del contexto industrial local.

- **CEPIIS**

El Centro de Procesos se enfoca en el desarrollo de proyectos y desafíos industriales. La tarea es potenciar la ingeniería, la investigación y el desarrollo para crear soluciones a medida en donde estén los principios de sostenibilidad y de uso responsable de recursos.

Este centro se dedica a ofrecer soluciones ágiles a las demandas del ámbito industrial, poniendo un fuerte énfasis en mejorar la eficiencia de los procesos, presentando soluciones creativas y aplicando principios de sostenibilidad.

Se ofrecen diferentes servicios de simulación, consultoría, ensayo, inteligencia artificial, escalamiento y diseño, todo esto apoyado en aliados estratégicos y trabajo con diferentes entidades del sector de la industria que apoyen y aporten a los diferentes proyectos.

- **LABORATORIO UNI NACIONAL**

En la Planta Piloto se hacen procesos de docencia, investigación y extensión. También prácticas experimentales que se realizan en todos los cursos ofrecidos por el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. En investigación, en la planta piloto se dan todas las pruebas para los estudiantes de posgrado en sus proyectos de grado, algunos de los proyectos son: Producción de etanol anhidro por destilación extractiva, PSA deshidratación de etanol con tamices moleculares, Producción de Biodiesel a partir de aceites vegetales. En extensión la Planta Piloto cuenta con equipos para realizar prácticas de manejo de sólidos, fluidos, transferencia de masa y de calor las cuales se ofrecen para realizar prácticas académicas a otras universidades.

Infraestructura y laboratorios en Ingenierías:

- Civil y agrícola
- Sistemas e industrial
- Eléctrica y electrónica
- Mecánica y mecatrónica
- Química y Ambiental (Bioprocesos, Bioquímica, Combustibles y lubricante, Electroquímica y catálisis, Instrumental, planta piloto (Caracterización de sólidos, destilación, fluidos, separación, reactores y control de procesos), polímeros, propiedades

termodinámicas y de transporte, control de procesos, sala de análisis y diseño de procesos)  
[29]

- **CECA (CENTRO DE EXCELENCIA EN CANNABIS)**

El centro de Excelencia en Cannabis y Agronegocios, es un programa que presta servicios encaminados en la innovación, desarrollo y tecnología, potencializando el interés y el talento local, teniendo como insumo la biodiversidad para impulsar la industria del Cannabis. El CECA acopla los grupos de investigación de acuerdo a sus necesidades, propiciando el trabajo complementario y la difusión de la tecnología por medio de la Universidad Nacional en el sector productivo.

En especial las áreas de investigación del CECA son: Investigación y desarrollo en la industria del cannabis y biorecursos de la diversidad biológica colombiana con aplicaciones industriales.[30]

- **SENNOVA (TECNOPARQUE)**

El Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA -SENNOVA- es un programa institucional para la misión de formar ampliamente y potencializar procesos de Innovación, Desarrollo Tecnológico e Innovación – I+D+i en los territorios, que permite la realización de procesos, indicadores y metas propuestas gubernamentalmente para conseguir los objetivos trazados por el Gobierno Nacional, encontrando su importancia a partir de las exigencias locales.

Sennova facilita Asesoría técnica especializada y acceso a infraestructura y laboratorios de manera gratuita. A través de las cuatro líneas tecnológicas:

- Línea de Biotecnología y Nanotecnología
- Ingeniería y diseño
- Electrónica y comunicaciones
- Tecnologías Virtuales [31]

Dentro de los resultados y productos que se encuentra en la página de Sennova se encuentran:

- 640 artículos a revistas

- 34 libros publicados
- 42 revistas ante la Biblioteca Nacional de Colombia
- 130 eventos de divulgación
- 2 patentes otorgados por la Superintendencia de Industria y comercio (SIC)
- 158 número de proyectos de innovación aprobados (2020) en los (92) Centros de Formación.
- 326 empresas beneficiadas en las convocatorias de Fomento a la innovación y desarrollo tecnológico en las últimas tres convocatorias

#### Figura 4.

##### Información y datos Sennova



**Nota.** La figura 4 presenta información importante acerca de la infraestructura y de las capacidades de Sennova, Tomado de de la página web del Senna (*Directorio*, n.d.)

#### • AGROSAVIA

La entidad Agrosavia fue creada oficialmente el 28 de noviembre de 2017, mediante la Ley 1877 de 2017, con el objetivo de afianzar las capacidades de investigación, innovación y transferencia de tecnología en el sector agropecuario colombiano. Por lo tanto, podríamos decir que Agrosavia "nació" como tal en noviembre de 2017. Sin embargo, su origen se da con la historia y trabajo de Corpoica, que tenía un papel similar en la investigación agropecuaria en Colombia.

Entidad pública descentralizada, indirecta, de carácter científico y técnico, de participación mixta, sin ánimo de lucro, regida por las normas de derecho privado, tiene como objetivo acrecentar el conocimiento científico y el progreso tecnológico del agro a través de la investigación científica, la adaptación de tecnologías, la transferencia y la asesoría con el fin de optimizar y posicionar la producción, la equidad en la distribución de los beneficios de la tecnología.

La Corporación Colombiana de Investigación cuenta con Tecnologías, productos y servicios generados a partir de los resultados de I+D+i comprobados, que tienen beneficio para los sistemas agropecuarios colombianos. Teniendo presencia en el sector Agrícola, pecuario, laboratorios e información. [33]

### Figura 5.

#### *Información y datos Agrosavia*

Categoría	Subcategoría	2020	2021	2022*
<b>Producción científica</b>	Artículos en revistas indexadas	306	366	255
	Artículos de divulgación	9	10	9
	Capítulos de libro	46	54	21
	Libros	10	15	13
	Ponencias	113	367	233
	Pósteres	43	119	136
<b>Producción vinculación</b>	Manuales y cartillas	55	37	40
	Modelos productivos	5	3	4
	Maquinaria y equipo	12	10	10
<b>Dirección de tesis</b>	Tesis de pregrado	30	22	10
	Tesis de maestría	28	19	14
	Tesis de doctorado	3	3	3

*Nota.* La figura 5 presenta información importante acerca de la producción investigativa y de las capacidades de Agrosavia, Tomado de de la página web del Agrosavia (AGROSAVIA, n.d.)

- **UNI ANDES**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes cuenta con una amplia gama de recursos e infraestructura que pone a disposición de sus estudiantes y profesores para fortalecer su proceso formativo y potencializar la investigación de primer nivel.

Es un espacio de trabajo que permite a los estudiantes un acercamiento a los procesos industriales mediante el uso y la manipulación de equipos a escala laboratorio.[35]

- Espectrómetro de masas.
- Unidad piloto de destilación en acero.
- Unidad piloto de destilación en vidrio.
- Reactor de alta presión.
- Reactor pbr de lecho fijo.
- Equipo de equilibrio líquido – vapor.
- Cromatógrafo de gases.
- Reactor hfcvd.
- Horno mufla tubular.

- **ICESI**

La Planta se finalizó en diciembre de 2018 y tiene un área total de 120 m<sup>2</sup>, con 90 m<sup>2</sup> destinados para expansión. Está dividida en tres secciones: preparación de materias primas, transformación bioquímica y separación y purificación. Está equipada con biorreactores, un evaporador, una centrífuga, columnas de destilación, filtros y secadores de lecho fluidizado, entre otros dispositivos.

En la Planta Piloto, los estudiantes encontrarán una variedad de equipos usados en procesos de transformación propios de la Ingeniería Bioquímica: tanques agitados para realizar reacciones bioquímicas, unidades para el tratamiento de materias primas y equipos para la separación y purificación de los productos obtenidos.

La planta también cuenta con reactores de diferentes tamaños y configuraciones para las etapas de fermentación o transformación enzimática, unidades de separación a escala piloto (filtros, centrífugas), unidades de recuperación (evaporadores, tamizadores, columnas de destilación) y

de purificación (ultrafiltración, secado), además de equipos para el pretratamiento de materias primas (tanques agitados, molinos) y esterilizadores continuos. [36]

- **TADEO**

Este Centro cuenta con diferentes laboratorios y plantas piloto de reactores químicos y biológicos, así como equipos de separación a condiciones supercríticas en el área de reacciones químicas y alta presión para transformar químicamente las materias primas en productos de muy alto valor agregado. En el área de transferencia de calor, los estudiantes podrán aprender a usar la energía de forma eficiente en los procesos que diseñen.

Desarrollo de productos con las especificaciones de calidad necesarias y con un menor impacto ambiental, mejorándolos y optimizando dolos, mediante el uso de equipos de separación, purificación y manejo de sólidos. Es importante mencionar que algunos de estos equipos están totalmente automatizados. [37]

- **ECCI**

CEINTECCI, el Centro de Investigación e Innovación en Tecnología y Ciencia de la Universidad ECCI, fue creado en 2015 con el propósito de fortalecer investigaciones interdisciplinarias en áreas como IT, Electrónica Flexible, Ciencia de Datos, Materiales Avanzados, Bioingeniería y Sistemas Energéticos. Su misión es generar desarrollo económico y social mediante la interacción entre la investigación y los sectores productivos y sociales. Conformado por una comunidad interdisciplinaria de profesores y estudiantes de diferentes facultades, CEINTECCI opera siete laboratorios especializados, incluyendo LabIT, Lab de Simulaciones, Laboratorio de Hipertermia, Laboratorio Blab, Laboratorio BSL3, Laboratorios de Materiales y Laboratorio de Biomecánica. Estos laboratorios están dedicados a la construcción y aplicación de nuevo conocimiento para abordar desafíos sociales e industriales.[38]

### ***2.2.2 Descripción de Los factores clave comparar***

Para elegir los factores clave a comprar se consultó el plan de desarrollo Institucional de la Universidad, los valores institucionales y propósitos que se plantean en el portafolio de servicios del CEPIIS, allí se fundamentan temas como la extensión y la interrelación de la

Universidad con el sector real, además la importancia de los servicios del CEPIIS como consultor en proyectos de investigación y desarrollo, y también en escalamiento y prototipado de proyectos.

Por otra parte, se revisaron ejemplos de Benchmarking donde se comparó la gestión de diferentes empresas y compañías adaptando algunos factores de éxito que cumplieran con valores institucionales y propósitos de la universidad y del CEPIIS, ya que más que valorar una entidad se busca encontrar la organización más parecida al modelo y estructura que se busca para de esta manera identificar las características y estrategias rescatables de cada uno de los centros de procesos.

Otro insumo importante para la búsqueda de dichos factores fue el Doing Business, ya que es un informe del grupo del banco mundial que establece las regulaciones necesarias a la hora de facilitar negocios y que brinda un importante escenario de los parámetros necesarios para realizar negocios, en este informe se le da un valor importante a temas de accesibilidad, infraestructura y relacionamiento.

### **1. Accesibilidad para implementar proyectos en la industria**

Se entiende como la practicidad o la rapidez con la que las universidades u organismos realizan sus procesos de relacionamiento o de respuesta ante cualquier solicitud de acercamiento ante una posible alianza o trabajo conjunto, este es un factor muy importante a la hora realizar trabajos con la industria ya que esta requiere soluciones o respuestas rápidas sin procedimientos contractuales que generen dilación en sus procesos.

### **2. Portafolio de Productos y servicios**

Se cataloga como la presentación que contiene la información básica y necesaria de una empresa. Gracias al portafolio, la empresa muestra de manera específica los procesos, elementos, productos y servicios que le ofrece a sus usuarios, también llamado cartera de servicios.[39]

### **3. Impacto Social**

Es una medición cualitativa y cuantitativa del alcance que puede tener un proyecto de acuerdo a un determinado grupo o a una comunidad. Se deben conocer y caracterizar los cambios en el

contexto que tiene lugar. Existen proyectos que se caracterizan por tener este alcance y por tanto es lo más importante a la hora de tener un indicador medible. [40]

#### **4. Infraestructura**

Es el grupo de instalaciones, servicios y medios técnicos que facilitan la realización de algunos procesos. Se refiere a construcciones con las que cuenta un organismo o entidades estatales o privadas. [41]

#### **5. Convenios y Alianzas**

Son todos los consensos entre una o varios individuos, por medio de los cuales se ven reglamentados de manera mutua o conjunta sobre bienes o servicios. dichos individuos suman fuerzas para cumplir con determinadas metas con deberes equivalentes.

Una alianza estratégica es una relación que acuerda compartir los bienes y servicios para lograr una meta, se puede dar generalmente entre empresas con los mismos intereses y del mismo sector para poder verse favorecidas mutuamente con esta relación.[41]

#### **6. Ecosistema de Innovación**

En un ecosistema de innovación busca generar un espacio donde se realicen actividades, procedimientos de distintos organismos para salir de la zona de confort de cada una de ellas, todo esto teniendo como base el conocimiento.[42]

#### **7. Logística Operacional**

Son todas las operaciones y procesos que planean la programación adecuadamente, ejecución y control de todos los pasos implicados en la gestión de los recursos y la distribución de productos o servicios, desde su inicio hasta su finalización.

En un ámbito de empresas con bastante competitividad, la logística se hace importante cumpliendo las expectativas de los usuarios, mejorando la rentabilidad y optimizando el proceso. Esto implica la articulación de múltiples factores, como el transporte, el almacenamiento, la gestión de inventarios, la planificación de rutas y la gestión de proveedores, entre otros.[43]

#### **8. Publicidad y Mercadeo**

El marketing estudia el funcionamiento del mercado y de los clientes para mostrar alternativas y principios para mejorar la productividad, específicamente la necesidad de adquirir dicho servicio o producto.

La publicidad es una forma de llegar a los usuarios para tratar de mejorar las ventas de un producto o servicio cambiando la cara de una empresa, es decir una manera de comercialización que se desglosa del marketing. [44]

## **9. Trabajos de Investigación**

Son todos los proyectos realizados en el centro de innovación y desarrollo en los cuales se cuente con participación directa o con algún apoyo desde la parte técnica y de consultoría, también son todos los productos de investigación o trabajos para los cuales se presentan resultados o documentos propios que soporten el trabajo y los avances de elaboración propia o en los que se haya presentado alguna colaboración.

### ***2.2.3 Matriz de Perfil Competitivo***

Para clasificar cuantitativamente los factores mencionados anteriormente se desarrolló la matriz competitiva, esta presenta los factores en orden de mayor a menor valoración en la primera columna, en las siguientes se describen cada uno de las universidades y organizaciones que se describieron en el apartado anterior donde se tiene el valor que es la calificación que se tiene para cada factor y el valor sopesado que es la multiplicación del mismo por el valor que se da inicialmente a cada factor. [45]

#### ***2.2.3.1 Método de ponderación de factores clave para la matriz de perfil competitivo***

Para realizar la ponderación de dichos factores se recurrió al método de análisis Jerárquico (AHP), esta técnica permitió evaluar la importancia relativa de cada factor de manera estructurada y objetiva, facilitando la toma de decisiones que permite descomponer un problema complejo en una jerarquía de criterios y subcriterios, simplificando la comparación por pares y la asignación de pesos.

Inicialmente se realizó la comparación por pares para cada uno de los factores clave anteriormente definidos en función de su importancia relativa, posteriormente se da el cálculo de pesos relativos, y finalmente se verifica la consistencia de las comparaciones.

Los pesos obtenidos se dan de la siguiente manera y se ajustan ligeramente de acuerdo a las necesidades e intereses especificados anteriormente y también de acuerdo a la revisión con las partes interesadas del CEPIIS.

**Tabla 1.**

*Factores clave resultantes del AHP sin ajustar*

Factores clave de éxito	Peso
Accesibilidad para implementar proyectos en industria	24%
Convenios y Alianzas	22%
Portafolio de productos y servicios	19%
Trabajos de investigación	12%
Ecosistema de innovación	9%
Infraestructura	5%
Logística operacional	5%
Publicidad y mercadeo	2%
Impacto social	2%
Total	100%

*Nota.* La Tabla 1 muestra los factores encontrados inicialmente en el método AHP sin ajustar

**Tabla 2.***Matriz de perfil competitivo*

FACTORES CLAVE DE EXITO	Peso		Uniandes		Nacional		Tadeo		Agrosavia		Sennova		Icesi		Ecci	
	%	Valor sopesado	Valor	Valor sopesado	Valor	Valor sopesado	Valor	Valor sopesado	Valor	Valor sopesado	Valor	Valor sopesado	Valor	Valor sopesado	Valor	Valor sopesado
Accesibilidad para implementar proyectos en industria	20%	0,2	2	0,4	1	0,2	1	0,2	4	0,8	4	0,8	1	0,2	2	0,4
Convenios y Alianzas	17%	0,17	3	0,51	2	0,34	1	0,17	3	0,51	4	0,68	2	0,34	2	0,34
Portafolio de productos y servicios	14%	0,14	2	0,28	2	0,28	2	0,28	4	0,56	4	0,56	2	0,28	3	0,42
Trabajos de investigación	13%	0,13	3	0,39	4	0,52	3	0,39	3	0,39	4	0,52	2	0,26	2	0,26
Ecosistema de innovación	10%	0,1	4	0,4	3	0,3	2	0,2	4	0,4	4	0,4	2	0,2	2	0,2
Infraestructura	8%	0,08	4	0,32	4	0,32	3	0,24	4	0,32	4	0,32	3	0,24	3	0,24
Logística operacional	8%	0,08	2	0,16	2	0,16	1	0,08	4	0,32	4	0,32	3	0,24	2	0,16
Publicidad y mercadeo	5%	0,05	2	0,1	2	0,1	1	0,05	4	0,2	2	0,1	2	0,1	2	0,1
Impacto social	5%	0,05	2	0,1	4	0,2	2	0,1	4	0,2	4	0,2	2	0,1	2	0,1
Total	100%	1	24	2,66	24	2,42	16	1,71	34	3,7	34	3,9	19	1,96	20	2,22

**Nota.** La tabla 2 corresponde a la matriz de perfil competitivo realizada para responder al benchmarking (Los resultados registrados no corresponden a la encuesta planteada a continuación debido a que cuando se realizó la publicación del documento aún no se presentaba los resultados de la misma, por tanto, los datos son evaluados por el autor y están planteados con base a la revisión y visitas a los centros de procesos. La valoración está dada en función de la información encontrada).

**Tabla 3.**

Valoración para la información encontrada

Valor	Información encontrada	Valor sopesado
1	Nula	Valor * Peso
2	Baja	
3	Intermedia	
4	Considerable	

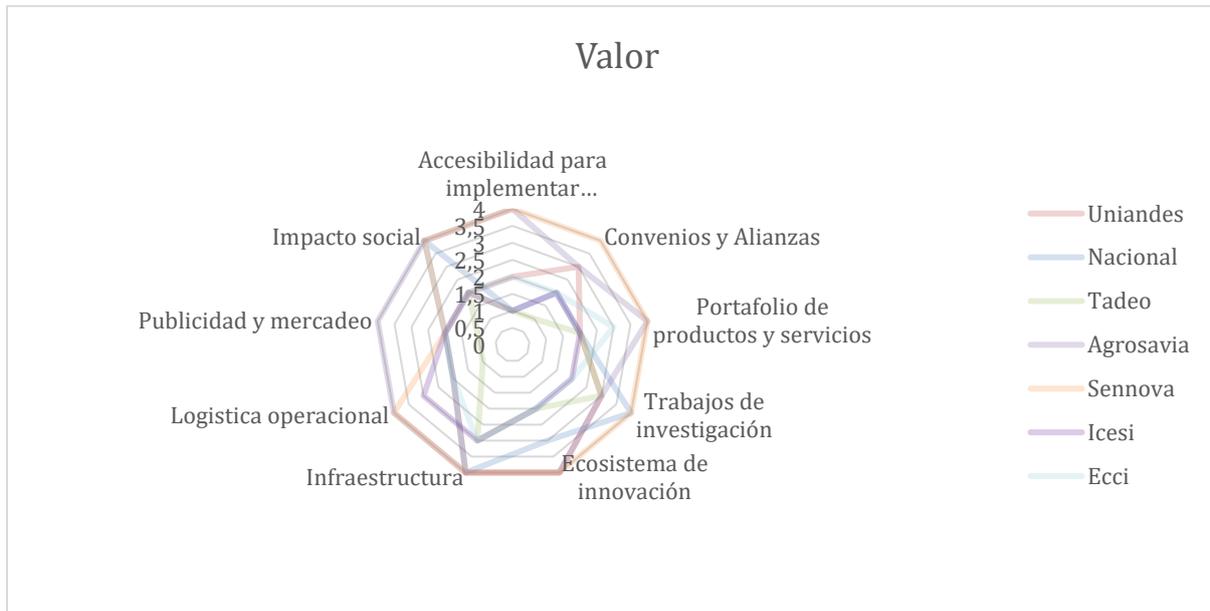
*Nota.* La tabla 3 muestra la valoración para la información encontrada y esta realizada como una matriz de criterios de decisión.

#### ***2.2.4 Análisis e interpretación de Resultados***

Con respecto a los resultados de la matriz de perfil competitivo (**Figura 3**), se identifican varias consideraciones. Donde los factores que marcan la diferencia son Accesibilidad para implementar proyectos en la industria y convenios y alianzas, ya que son muy importantes a la hora de posicionarse ya que como se explicará posteriormente es trascendental tener actividades de esta índole que puedan posicionar el centro frente a su respuesta en cuanto a la industria y por otra parte el trabajo articulado que permita ampliar el portafolio y generar estas conexiones por medio de alianzas estratégicas.

**Figura 6.**

*Radar de valor*



**Nota.** La figura 6 corresponde al radar de valor realizado para esquematizar la matriz de perfil competitivo mostrada en la Tabla 2.

**Radar de valor**

Las dos organizaciones más importantes son Agrosavia y Sennova, estas sobresalen específicamente por su gran accesibilidad, convenios y alianzas, entre otros factores, teniendo un puntaje muy alto en la mayoría de factores por tanto son un modelo a seguir.

Las organizaciones que presentan valoraciones más bajas se ven afectadas debido a que no se presenta información acerca de su portafolio de servicios, y la información que se tiene es muy reducida, por tanto, se hace muy difícil su accesibilidad para implementar proyectos y además se entiende que hay menores esfuerzos en cuanto al tema de alianzas estratégicas.

La utilidad principal del análisis de valores sopesados es la calificación que se otorga a cada empresa teniendo en cuenta el peso asignado a cada uno de los factores evaluados, de esta manera se obtiene la siguiente calificación:

Sennova:3,9  
Agrosavia: 3,7  
Andes: 2,66  
Nacional: 2,42  
Ecci:2,22  
Icesi:1,96  
Tadeo: 1,71

Finalmente se obtiene el valor sopesado de cada uno de los centros donde se identifica existen dos centros con una mayor calificación como son Sennova y Agrosavia, como característica principal es el orden gubernamental al que ambos pertenecen, lo que puede explicar su alto desarrollo y organización en cuanto algunos factores además de los beneficios a los que pueden acceder por la misma condición, posteriormente se encuentran con un valor superior a 2, los centros de la Universidad de los Andes, Universidad Nacional, Universidad ECCI, respecto a estos encontramos que cuentan con buenos servicios y productos, trabajos de investigación y un ecosistema de Innovación, sin embargo fallan desde el tema de accesibilidad para implementar proyectos en la industria, y relacionamientos por convenios y alianzas estratégicas ya que se presenta una dificultad para realizar trabajos desde Industria y de extensión ya que su enfoque es mayoritariamente para el tema de docencia. Finalmente, la valoración más baja se tiene para la universidad Icesi y la universidad Tadeo ya que la información que se tiene de acuerdo a los criterios de búsqueda es muy baja y casi nula en algunos aspectos, en algunos casos se sabe que la accesibilidad para proyectos no es un tema fácil y por otra parte no se tienen trabajos o un ecosistema de innovación identificable.

## **ESTRATEGIAS PARA EL CEPIIS CON BASE A LA INFORMACIÓN ENCONTRADA**

De acuerdo a la evaluación comparativa anterior se presentan los factores en los cuales el CEPIIS debería enfocar sus esfuerzos ya que hacen parte de las fortalezas y las debilidades más comunes de los centros de su tipo, esto permitiría darle valor y proyección a los proyectos y soluciones presentadas haciendo que el centro se posicione dentro del mercado con un factor diferenciador y aportando al desarrollo de la industria y de la academia.

Es por esto que los factores en los que el CEPIIS debería enfocarse, teniendo en cuenta el portafolio de servicios y el enfoque que se busca plantear con el centro:

- **Accesibilidad para implementar proyectos en la industria**

Es indispensable el tema de la accesibilidad que presenten los centros de procesos, ya que pocos centros enfocan sus actividades y protocolos en facilitar la implementación de dichos proyectos, es por esto que más adelante se desarrolla un apartado acerca de la gestión de proyectos que busque mapear correctamente los tiempos, procesos y actividades para que exista un interés de la industria y un mecanismo para acceder al centro y llevar a cabo dichos proyectos.

- **Convenios y alianzas estratégicas**

Dentro del relacionamiento se hacen muy importante generar Convenios y Alianzas con el sector real las cuales deben compartir intereses y aportar eficientemente a las actividades que se realicen en el centro, más adelante se desarrolla un apartado acerca del tema de alianzas estratégicas.

- **Productos de investigación**

Es importante que todos los proyectos que se lleven a cabo una vez se de la puesta en marcha de las unidades, sean documentados y publicados para así mostrar estos trabajos como productos del centro y resultados de la gestión y de las actividades que allí se realizan, lo que a su vez facilita la consecución de recursos accediendo al tema de Centros de Innovación y productividad de Min ciencias especificado en un apartado más adelante.

### ***2.2.5 Tendencia en cuanto a los Sectores e industrias de los centros de innovación y desarrollo***

Dentro de la revisión y búsqueda de información de las organizaciones y universidades se identificaron las industrias y sectores en los cuales se concentran los equipos y las unidades, todo esto para dar un pequeño escenario de los laboratorios y plantas piloto y del enfoque de los mismos.

- **BIOTECNOLOGIA Y NANOTECNOLOGIA**

Se evidencia que, en cinco centros de procesos o universidades de los evaluados anteriormente, se cuenta con equipos o laboratorios enfocados en dicha área algunos con mayor disponibilidad, sin embargo, nos muestra que la biotecnología y la nanotecnología son áreas muy importantes con diferentes aplicaciones que están en tendencia, ya sea desde generación de nuevos materiales, nuevos productos, sustancias bioactivas y microorganismos vivos. Todo ello en un contexto científico y de innovación. [46]

- **AGROPECUARIO**

Este sector se encuentra representado principalmente por Agrosavia, sin embargo, los demás centros han sumado sus esfuerzos en apoyar trabajo en el desarrollo científico y tecnológico del sector, todo esto desde la investigación, la consultoría para así mejorar la competitividad y optimizar la producción, ya que todo esto hace parte muy importante de los sectores de la economía, siendo fundamental la cadena de suministro.

- **ALIMENTOS**

El sector de alimentos tiene participación en casi en todos los centros de procesos y de Innovación ya sea de manera directa o representando un apoyo en cualquiera de las áreas que comprenden la manufactura de dichos productos, en el área de Ingeniería química se puede presentar diferentes desarrollos que hoy en día le dan valor a esta industria, ya sea desde Análisis y ensayos, diseño de productos, plantas piloto e investigación, dando soporte al tema de vida útil, análisis sensorial, microbiológica y empaques de la industria de alimentos.

- **CANNABIS**

La industria del cannabis presenta demasiado potencial en Colombia, ya que se va sobrepasando el estigma relacionado con el narcotráfico e inicia una nueva etapa de productividad y competitividad, es por esto que ya en universidades y centros se adelantan estudios sobre este tema, ya sea desde el CECA el cual es el proyecto que presenta mayor proyección en la universidad Nacional el cual actualmente adelanta proyectos de Investigación y desarrollo en la industria del cannabis y biorecursos de la diversidad biológica colombiana con aplicaciones industriales. Por otra parte, en INTAL se desarrollan productos del cannabis medicinal.

- **Medio Ambiente**

La ingeniería química tiene diferentes retos ambientales como los tiene las diferentes áreas del conocimiento, es por esto que todos estos centros buscan realizar procesos y proyectos enfocados en la sostenibilidad y en el cuidado del medio ambiente, por consiguiente, se pueden generar diferentes desarrollos ya sea desde la generación de energía, reducción de residuos y tratamiento de contaminantes en el agua y en el suelo. [47]

- **Modelado y simulación (big data)**

El uso de modelado y simulación es fundamental en Ingenierías y por tanto todos los centros de procesos se ven apoyados de alguna manera en tecnologías de la información y comunicaciones. Es por esto que se investigan y se desarrollan herramientas y metodologías de modelado y de simulación para una amplia gama de aplicaciones interdisciplinarias, ya sea simulación o control de procesos y plataformas de computación con alto rendimiento.[48]

### **2.3 Actualidad de la industria química tendencias y necesidades**

Como primer paso para encontrar el público objetivo, las industrias más relevantes y las actividades económicas en cuanto Ingeniería Química, teniendo en cuenta el enfoque de los equipos y unidades en cuestión del CEPIIS, se hace necesario buscar las tendencias locales y la distribución laboral de los Ingenieros Químicos en las distintas industrias.

Desde un informe realizado por el consejo profesional de ingeniería química y algunos organismos, acerca de la academia, industria y gobierno respecto a la ingeniería química se extrajeron estos datos, allí se establecen las actividades económicas dentro de las cuales las facultades encapsulan el perfil de la carrera.

### 2.3.1 Actividades de la Ingeniería Química Colombiana según perfiles

**Tabla 4.**

*Actividades económicas declaradas por perfiles de Ing. Química*

<b>Actividad económica</b>	<b>% de universidades que declaran de forma explícita</b>
Manufactura	26% (5)
Fabricación de maquinaria y equipo especializado	21% (4)
Comercio o ventas técnicas	32% (6)
Investigación y desarrollo	74% (14)
Actividades especializadas de diseño	95% (18)
Medio ambiente	58% (11)
Consultoría y asistencia técnica	32% (6)
Educación	21% (4)
Seguridad y salud laboral	21% (4)
Administración empresarial	37% (7)

\*Las actividades resaltadas corresponden a actividades de manufactura

**Nota.** La tabla 4 muestra las Actividades económicas declaradas de forma explícita por los perfiles profesionales, Tomado de de (*Una Mirada a La Ingeniería Química Colombiana*, n.d.)

Esta tabla es una matriz de asociación entre los sectores industriales y de servicios con los perfiles profesionales de Ingeniería Química declarados por universidades colombianas, este documento nos brinda un escenario importante en el cual se pueden sectorizar las actividades económicas de la ingeniería química, permitiendo tener un panorama más claro a la hora de filtrar la información de la universidad de américa acerca de prácticas empresariales y trabajos de grado realizados con empresas, solo las actividades declaradas dentro de la Resolución 139 de noviembre de 2012 fueron consideradas dentro de la matriz de asociación las demás incluidas en los perfiles y que no representaban una actividad económica no fueron añadidas, es por esto que se hace importante para ampliar las actividades buscar más información.

Dentro de las actividades la transformación fisicoquímica se hace muy importante, es decir las industrias manufactureras las cuales abarcan nueve perfiles, también se destacan las actividades

de educación, comercio al por mayor y al por menor, actividades especializadas de diseño e investigación y desarrollo.

A Continuación, en otro apartado de dicho documento explican las diferentes actividades e industrias que se encuentran dentro de cada una de estas actividades económicas y que cada sección lleva implícitas un gran grupo de actividades.

### 2.3.2 Actividades económicas relacionadas con el sector industrial y la manufactura

El sector de transformación para creación de nuevos productos considera los procesos industriales relacionados con extracción como es el caso de la minería y el petróleo, en la siguiente tabla se puede observar un amplio número de actividades, teniendo en cuenta que no se incluyeron algunas de manera más específica como es el sector alimentario del cual vamos a ver su injerencia posteriormente.

**Tabla 5.**

*Secciones en el sector productivo de manufactura y sus divisiones*

Sección	División o Grupo
Sección B. Explotación de minas y canteras	Extracción de carbón de piedra y lignito.
	Extracción de petróleo crudo y gas natural.
	Extracción de minerales metalíferos.
	Extracción de otras minas y canteras.
Sección C. Industrias manufactureras	Elaboración de productos alimenticios.
	Elaboración de bebidas.
	Elaboración de productos de tabaco.
	Fabricación de productos textiles.
	Fabricación de artículos de piel.
	Curtido y recurtido de cueros.
	Transformación de la madera y fabricación de productos de madera.
	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón.
	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles.
	Fabricación de sustancias y productos químicos.
	Fabricación de productos farmacéuticos.
	Fabricación de productos de caucho y de plástico.
	Fabricación de otros productos minerales no metálicos.
	Fabricación de productos metalúrgicos básicos.
	Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor.
	Fabricación de otros productos elaborados de metal.
	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.
	Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial.
	Otras industrias manufactureras n.c.p.

\* Las actividades en azul corresponden a la categoría de Grupo en la Resolución 000139 de 2012.

Fuente: Elaboración Propia.

**Nota.** La tabla 5 muestra las secciones identificadas en el sector productivo o de Manufactura con sus divisiones o grupos correspondientes, Tomado de de *(Una Mirada a La Ingeniería Química Colombiana, n.d.)*

Para tener un banco de información más amplio sobre la industria manufacturera se recurrió al boletín técnico del Dane sobre la encuesta anual manufacturera EAM del 2021, donde se evidenciaron diferentes actividades a las mostradas anteriormente pero además se encontró la producción bruta en millones de pesos en orden participación, donde se ve una gran supremacía del proceso de refinación de petróleo y de la industria de alimentos en un amplio grupo de actividades como son los lácteos, café, bebidas y otros alimentos.

**Tabla 6.**

*Grupos industriales que concentran la mayor parte de producción bruta*

Grupo industrial CIU Rev.4	Descripción	Millones de pesos Producción bruta	Part. %
<b>Total</b>		<b>327.693.698</b>	<b>100,0</b>
192	Productos de la refinación del petróleo	54.617.731	16,7
202	Otros productos químicos	23.782.164	7,3
101	Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos	16.714.999	5,1
108	Elaboración de otros productos alimenticios	16.435.324	5,0
110	Elaboración de bebidas	16.408.801	5,0
201	Sustancias químicas básicas, abonos y plásticos y caucho sintético	16.364.451	5,0
222	Productos de plástico	15.080.475	4,6
109	Elaboración de alimentos preparados para animales	13.415.373	4,1
241	Industrias básicas de hierro y de acero	12.981.009	4,0
170	Papel, cartón y productos de papel y cartón	11.702.338	3,6
239	Productos minerales no metálicos n.c.p.	11.601.768	3,5
106	Elaboración de productos de café	10.065.802	3,1
104	Elaboración de productos lácteos	9.724.145	3,0
105	Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados	9.572.479	2,9
141	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel	9.055.246	2,8
103	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	8.920.810	2,7
210	Productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y botánicos	8.834.507	2,7
	Resto de industria	62.416.275	19,0

**Nota.** La tabla 6 muestra los grupos industriales de acuerdo a sus actividades económicas con mayor participación porcentual, Tomado de de (Forero, 2016)

### **2.3.3 Actividades Económicas relacionadas con el Sector de Servicios**

Allí se encuentran todas las actividades en las que el producto no es algo tangible, sino una prestación personal con el fin de satisfacer una necesidad, allí se amplían las actividades mencionadas en la tabla #4 dentro de las secciones más importantes, como son el comercio al por mayor y al por menor, actividades profesionales científicas y técnicas, y educación.

La sección G. Se hace muy importante en el CEPIIS debido a que una parte importante del sector de servicios al cual se especializa un centro con estas características requiere actividades comerciales que puedan ofertar todo lo que se pueda brindar a la industria.

**Tabla 7.**

*Divisiones de comercio al por mayor y por menor*

<b>Sección G.</b> Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias; animales vivos.
	Comercio al por mayor de alimentos, bebidas y tabaco.
	Comercio al por mayor de maquinaria y equipo.
	Comercio al por mayor especializado de otros productos.
	Comercio al por menor en establecimientos no especializados.
	Comercio al por menor de alimentos (víveres en general), bebidas y tabaco, en establecimientos especializados.

*Nota.* La tabla 7 presenta las secciones identificadas en el sector productivo o de Manufactura con sus divisiones o grupos correspondientes, Tomado de de (*Una Mirada a La Ingeniería Química Colombiana*, n.d.)

Las actividades de educación, profesionales científicas, y técnicas de alguna manera enmarcan el enfoque académico que requiere un centro de investigación y desarrollo, y que además contemplan una parte importante de las actividades económicas de los perfiles.

**Tabla 8.**

*Divisiones para actividades profesionales, científicas y técnicas*

<b>Sección M.</b> Actividades profesionales, científicas y técnicas	Actividades de administración empresarial; actividades de consultoría de gestión.
	Actividades de arquitectura e ingeniería, ensayos y análisis técnicos.
	Investigación científica y desarrollo.
	Publicidad y estudios de mercado.
	Otras actividades profesionales, científicas y técnicas.

*Nota.* La tabla 8 presenta las secciones identificadas en el sector productivo o de Manufactura con sus divisiones o grupos correspondientes, Tomado de de (*Una Mirada a La Ingeniería Química Colombiana*, n.d.)

**Tabla 9.**

*Divisiones para el sector de educación*

<b>Sección P.</b> Educación	Educación secundaria y de formación laboral.
	Establecimientos que combinan diferentes niveles de educación.
	Educación superior.
	Otros tipos de educación.

*Nota.* La tabla 9 muestra secciones identificadas en el sector productivo o de Manufactura con sus divisiones o grupos correspondientes, Tomado de de (*Una Mirada a La Ingeniería Química Colombiana*, n.d.)

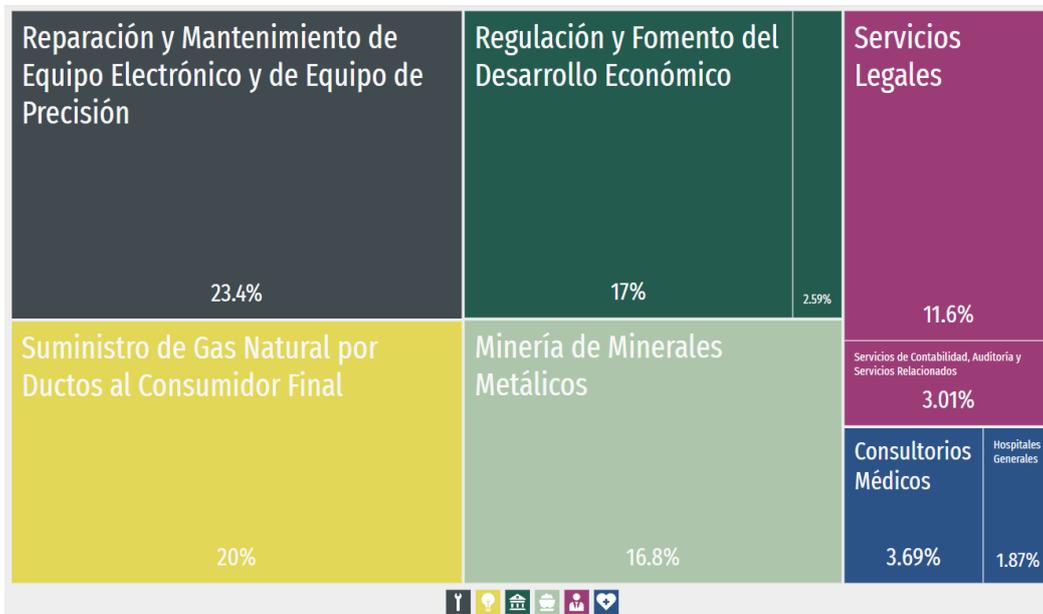
#### **2.3.4 Distribución de Ingenieros Químicos por Industrias en México**

Para tener un escenario más amplio de la situación actual de las actividades económicas y de Industrias donde se aplica la Ingeniería Química a nivel externo, se revisaron datos de Data México donde se observa una visualización de la distribución de Ingenieros Químicos en diferentes industrias y sectores económicos en México.

Se acudió a dicho datos teniendo en cuenta que México es un país más cercano a Colombia y presenta convenios y contactos vigentes con la Universidad de América, las cual presenta relación diferentes organizaciones y esto puede representar diferentes oportunidades de desarrollo, investigación y extensión, ya sea desde la academia o desde la Industria.

**Figura 7.**

*Distribución de Ingenieros Químicos por Industrias en México*



**Nota.** La figura 7 muestra la distribución de Ingenieros Químicos por Industrias en México, Tomado de de (*Ingenieros Químicos: Salarios, Diversidad, Industrias E Informalidad Laboral | Data México, 2023*)

El gráfico anterior muestra una importante ocupación en temas energéticos y de extractivos, sin embargo, también se presenta potencial en el área de desarrollo económico que va de la mano con el enfoque del CEPIIS como centro de Innovación y Productividad.

### **2.3.5 Ingeniería Química en universidades del exterior**

Para tener una visión más amplia de la situación actual de las carreras de Ingeniería Química a nivel global, se encontró un documento realizado por la conferencia de directores y Decanos de Ingeniería Química como resultado del observatorio para el seguimiento de las titulaciones de Ingeniería química en España, conociendo datos importantes como acreditaciones internacionales, la demanda, los indicadores de esta carrera, la tasa de graduación y de deserción, la empleabilidad luego de obtener el título.

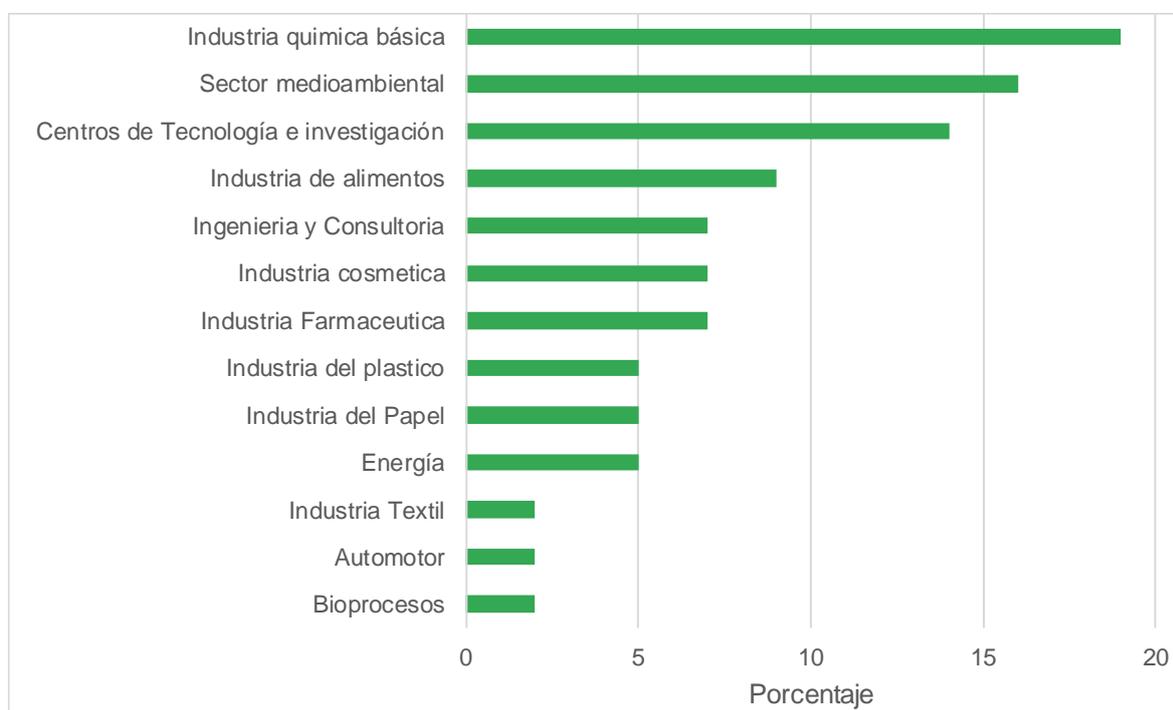
Las prácticas empresariales cumplen un factor importante a la hora de obtener el título, para así potencializar a los profesionales brindándoles más herramientas y seguridad, esto brinda

bastantes oportunidades de empleabilidad de acuerdo al rendimiento del mismo, en este trabajo se encontró la empleabilidad de acuerdo a dichas prácticas empresariales, abarcando un amplio grupo de sectores y derivados de los mismos, siendo muy importante la industria química básica y el sector medioambiental.

Este estudio no se revisó como un punto de referencia para temas de alianzas estratégicas o trabajos en el exterior ya que la universidad mantiene convenios en otros países, más específicamente en Latinoamérica, sin embargo, nos dio un marco de referencia importante para la revisión que se realizó a continuación, para así filtrar la información que se tiene para el caso específico de la Universidad de América el cual es nuestro contexto de interés y para cual se encontraron datos relevantes.

**Figura 8.**

*Prácticas empresariales en Ing. Química en España*



**Nota.** La figura 8 representa los sectores industriales donde los estudiantes realizan sus prácticas laborales, tomado de (María-Fernanda López-Pérez et al., 2023)

#### **2.4 Sectores de vinculación y oportunidades para prácticas empresariales en la universidad de américa y a nivel de trabajos de grado**

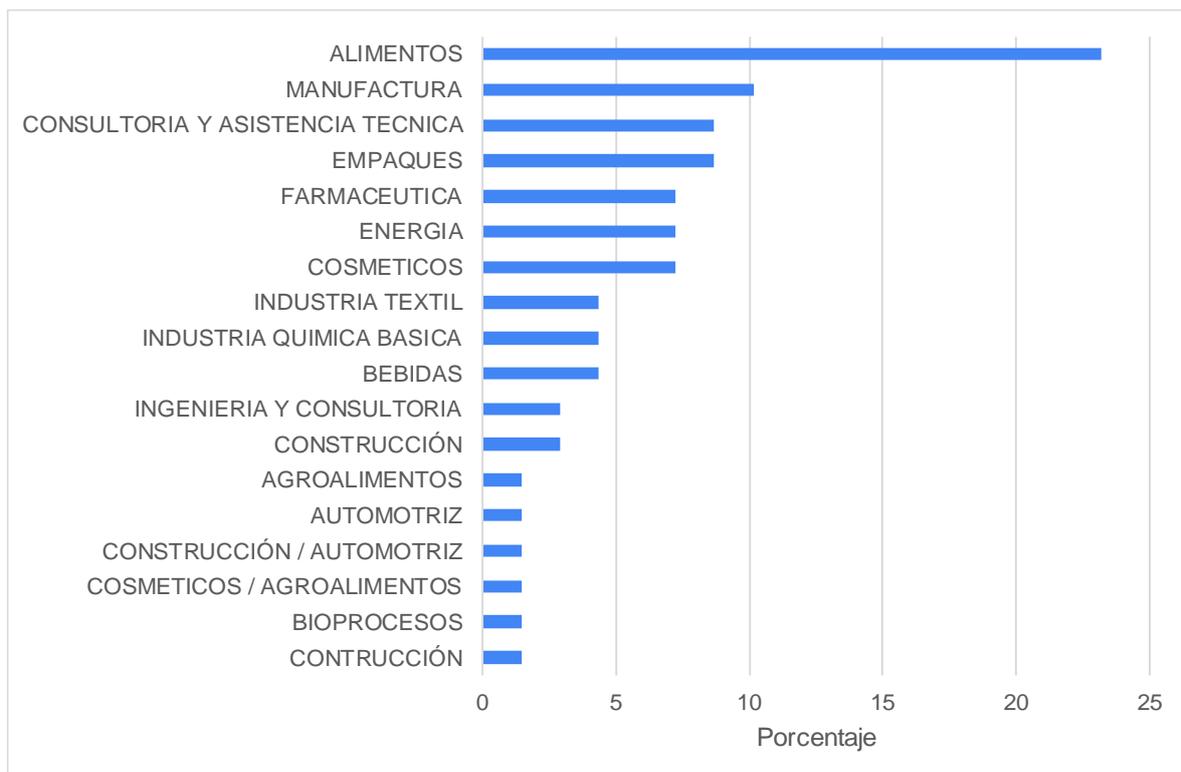
Tomando como referencia la **Figura 5**. Se decidió filtrar la información recopilada de empresas y proyectos realizados desde la Universidad de América de acuerdo a las diferentes actividades económicas e industrias que engloban la Ingeniería química, esto desde dos frentes principales prácticas empresariales y Trabajos de grado, todo esto para cerrar el nicho de mercado a trabajar y a su vez tener un escenario de posibles aliados cercanos a la universidad con interés en trabajar en el CEPIIS.

- **Prácticas empresariales (más actualizado)**

Se recopiló información desde el centro de trayectoria profesional encontrado las últimas empresas con las cuales se ha realizado pasantías o procesos de prácticas, teniendo en cuenta las que aún se mantiene una relación con la universidad, estratificando las empresas dentro del sector de la industria especialmente para el área de Ingeniería Química.

**Figura 9.**

Sectores industriales de las prácticas empresariales de Ingeniería Química



**Nota.** La figura 9 muestra el porcentaje de prácticas empresariales en los diferentes sectores industriales que se ubican.

Este gráfico muestra una importante dominancia de empresas en el sector de alimentos lo cual muestra una ruta importante de trabajo para el centro de procesos, haciendo importante buscar las necesidades de dicha industria que se puedan suplir desde las características de la planta piloto y del área de Biocal, la cual podría representar un importante espacio desde el punto de vista de laboratorio de microbiología y para realizar las pruebas que se requieren en el desarrollo de productos con las normativas y reglamentaciones que actualmente exige la industria, esto sin desconocer las demás actividades que comprenden los procesos de manufactura, asistencia técnica y consultoría que podrían ser apoyados amparados por los datos de dicho gráfico.

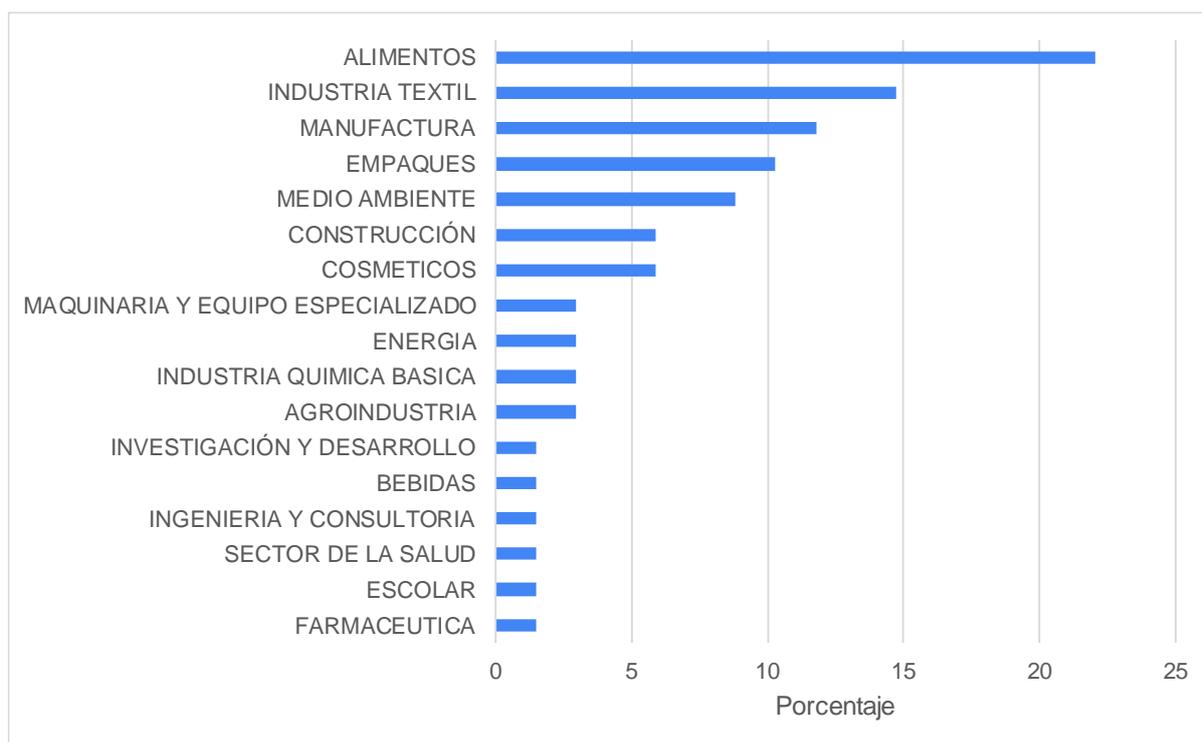
De las 70 empresas que presentan prácticas en el último tiempo de ingeniería química en la universidad de América únicamente 11 tiene trabajos de grado de acuerdo a la revisión que se realizó, en el próximo apartado se va profundizar acerca de dichos proyectos, sin embargo, deja en deuda esta área ya que dichos productos y proyectos potencializan estas relaciones que ya se tienen con las empresas por medio del escenario de prácticas.

- **Trabajos de grado**

También se recolectaron trabajos de grado y de posgrados desde el repositorio institucional con los cuales se encontraron empresas y nuevamente el sector desde el cual se realizó el mismo, adjuntando información como el año, la empresa, el trabajo ejecutado y el enfoque del mismo, cabe resaltar que estos trabajos no tienen la misma representatividad de las prácticas puesto que ya tienen algún tiempo de haberse realizado, sin embargo, se deben confrontar con la información anterior.

**Figura 10.**

*Sectores industriales de las Trabajos de grado de Ingeniería Química*



**Nota.** La figura 10 muestra el porcentaje de Trabajos de grado en los diferentes sectores industriales que se ubican.

Nuevamente en los trabajos de grado realizados de Ingeniería Química predomina la Industria de Alimentos, lo cual nuevamente soporta la propuesta anteriormente mencionada de tener un enfoque de soluciones para la industria de alimentos, otro aporte importante sobre esta información es que de las 132 empresas que se tuvieron en cuenta en esta revisión de trabajos de grado únicamente 11 tienen proceso de prácticas, el resto son diferentes empresas con las que se podría ampliar el relacionamiento desde proceso de prácticas y con las cuales se podrían establecer alianzas o desarrollo de proyectos de consultoría y de Investigación.

- **Prácticas empresariales en Ingeniería Química**

En la siguiente tabla se muestran las 70 empresas con procesos prácticas empresariales que representan un portafolio importante de empresas para establecer contactos, en la siguiente tabla #10 se muestran el número de proyectos de grado para cada de empresa en esta se ve la importancia de empresas de la industria textil y manufacturera en general, es por esto que se

deben restablecer contactos con determinadas empresas a las que se les podrían presentar soluciones de acuerdo a sus necesidades y procesos.

**Tabla 10.**

*Empresas con procesos de prácticas  
Ingeniería Química*

#	EMPRESA
1	AJOVER-DARNEL SAS
2	ALIANZA TEAM
3	GASEOSAS LUX S.A.S
4	THOMAS GREG & SONS DE COLOMBIA S.A.
5	CERAMICAS SAN LORENZO INDUSTRIAL DE COLOMBIA
6	MICROBIOLOGÍA Y GENÉTICA LTDA
7	DETERGENTES LTDA - SERVIASES
8	GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA, LLC SUCURSAL
9	IRCC SAS - NUTRESA
10	EMPRESA COLOMBIANA DE SOPLADO E INYECCIÓN ECSI S.A.S
11	GRUPO PHOENIX, MULTIDIMENSIONALES SAS
12	PROTELA
13	ALIMENTOS POLAR
14	EXRO S.A.S
15	BRENTAG COLOMBIA S.A
16	METAROM ANDINA S.A.S
17	PASTAS DORIA
18	CERESCOS S.A.S
19	FLEXO SPRING S.A.S
20	MINIPAK
21	SIKA
22	FIRMENICH S.A.
23	COMESTIBLES RICOS S.A
24	ROBINFOOD COLOMBIA S.A.S.
25	DIAN
26	TOXEMENT
27	ARCOS DORADOS
28	LABORATORIOS NUTRIPHARMA S.A.S
29	ZURICH PHARMA S.A. DE C.V. - MÉXICO
30	COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
31	PAREX RESOURCES COLOMBIA AG. SUCURSAL
32	CASA LUKER S.A
33	HACH
34	FOOD DELIVERY BRANDS
35	HALLIBURTON
36	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
37	AUDIFARMA S.A
38	COLOMBIANA DE FRENOS S.A - COFRE
39	VITALIS S.A CI
40	JUAN VÁLDEZ
41	SYMRISE
42	VANTAGE SPECIALTY CHEMICAL S.A.S
43	ALPINA PRODUCTOS ALIMENTICIOS S.A BIC
44	FIBERGLASS
45	AZUL K S.A.S
46	HENKEL
47	INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS (ARGENTINA)
48	LABORATORIOS RYAN DE COLOMBIA S.A.S.
49	TERPEL
50	PULPAFRUIT
51	ESTADO JOVEN - SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO
52	DEL MAR LABORATORIOS
53	LICORES DE CUNDINAMARCA
54	OQ PQ EQUIPOS Y PROCESOS
55	UNIANDES
56	GRUPO FAMILIA, COMPAÑÍA ESSITY
57	BIMBO
58	COLOMPACK S.A
59	PELIKAN COLOMBIA S.A.S.
60	IBERPLAST
61	BELCORP
62	COMPAÑÍA COLOMBIANA DE CERÁMICA S.A.S. CORONA
63	GIVAUDAN COLOMBIA S.A.S.
64	BAVARIA
65	CROYDON COLOMBIA S.A
66	PERMODA
67	FÁBRICA DE CHOCOLATES TRIUNFO S.A
68	SOLUCIONES OMEGA S.A
69	AEROPUERTOS DG S.A.S
70	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

**Nota.** La tabla 10 muestra el portafolio de empresas de prácticas empresariales compartidos por el CTP.

**Tabla 11.**

*Empresas con trabajos de grado de Ingeniería*

*Química*

EMPRESAS QUE REALIZARON TRABAJOS DE GRADO		
#	COMPAÑÍA	#TG
1	Croydon Colombia S.A	15
2	Sigra SA	7
3	Green Hops	4
4	Iberplast	5
5	Azulk SA	3
6	Pelikan Colombia SAS	3
7	Alquería	2
8	OMEGA SA	2
9	Sika	2
10	Aluica SA	2
11	Green ful	2
12	Vitales S.A.S.	1
13	Dian	1
14	Protela	1
15	Chocolates Triunfo SA	1
16	Alpina	1
	Otras Empresas	80
	Total	132

*Nota.* La tabla 11 muestra las empresas que presentan trabajos de grado para ingeniería química en la universidad de acuerdo a la información reunida del repositorio institucional.

Finalmente para evaluar la relevancia de estos trabajos se muestra el año en que se realizaron, la siguiente tabla es muy clara en mostrar que en los últimos años va en decadencia la realización de estos proyectos, es por eso que es de fundamental importancia recoger las necesidades de la industria desde los posibles aliados para replantear la búsqueda de estos proyectos y potencializar estas alternativas ya que en los últimos años únicamente se han realizado 5 proyectos por año cuando para el año 2017 se realizaron 29 trabajos de grado.

**Tabla 12.**

*Publicación de los trabajos de grado con empresas de Ingeniería Química*

<b>AÑO</b>	<b># TRABAJOS DE GRADO</b>
2016	10
2017	29
2018	28
2019	24
2020	17
2021	13
2022	5
2023	5
2024	1
Total	132

*Nota.* La tabla 12 muestra los años de publicación de dichos trabajos de grado de acuerdo al repositorio institucional.

- **Prácticas empresariales en Ingeniería Mecánica**

Teniendo en cuenta el enfoque de cátedra y de Investigación del CEPIIS desde el programa de Ingeniería Mecánica, el CESI es el centro de servicios industriales que presentaría mayor aprovechamiento es por esto que se hace importante revisar para los trabajos de dicho programa, teniendo otro posible escenario de socios y de posibles aliados estratégicos.

Para dicho programa se presentan mucho menos trabajos, sin embargo, existen empresas que tienen un número de trabajos considerable y que a su vez presentan procesos de prácticas con otros programas lo cual les da mayor validez e importancia.

**Tabla 13.**

*Publicación de los trabajos de grado con empresas de Ingeniería Mecánica*

AÑO	# TRABAJOS DE GRADO MECANICA
2016	5
2017	7
2018	7
2019	9
2020	12
2021	13
2022	6
2023	2
2024	1
Total	62

*Nota.* La tabla 12 muestra los años de publicación de dichos trabajos de grado de acuerdo al repositorio institucional

**Tabla 14.**

*Empresas con trabajos de grado de Ingeniería Mecánica*

EMPRESAS QUE REALIZARON TRABAJOS DE GRADO MECANICA		
#	COMPAÑÍA	#TG
1	Cesvi SA	4
2	Disepil	2
3	Croydon Colombia SA	1
4	Vitales SAS	1
5	Gabriel de Colombia SA	1
6	Azulk Sa	1
	Otras Empresas	52
	Total	62

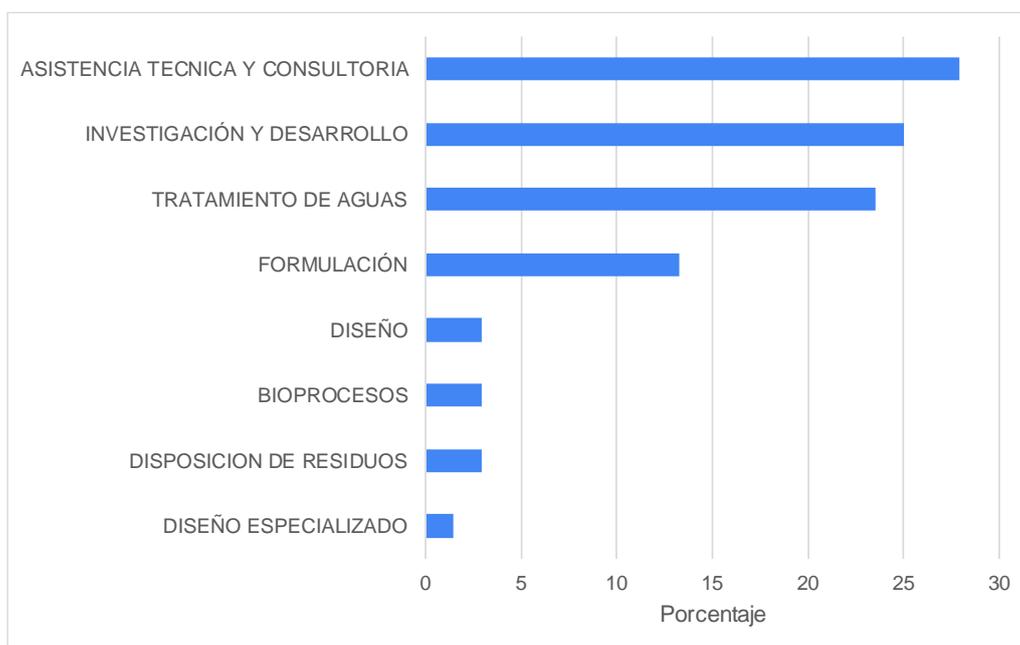
*Nota.* La tabla 14 muestra las empresas que presentan trabajos de grado para ingeniería mecánica en la universidad de acuerdo a la información obtenida del repositorio institucional.

- **Enfoque de los proyectos en los trabajos de grado**

En el siguiente gráfico se sectorizan los trabajos de grado, de acuerdo al tipo de proyecto y a la necesidad del mismo esto sin tener en cuenta la industria, dicho enfoque nos sirve para identificar los tipos de proyecto a ofertar en el centro de procesos CEPIIS allí se hace muy importante los proyectos de Asistencia Técnica y Consultoría, Investigación y Desarrollo y de tratamiento de aguas, sin embargo, se debe tener un escenario más amplio el cual puede ser cambiante debido a lo que se evidencia anteriormente respecto a la disminución de los trabajos de grado con empresas en los últimos años.

**Figura 11.**

*Enfoque o área de estudio en los trabajos de grado realizados*



**Nota.** La figura 11 muestra el porcentaje de Trabajos de grado en los diferentes enfoques o áreas de estudio de Ingeniería que requiere la industria.

Esta evaluación además de proporcionar información acerca de la Industrias y sectores económicos más importantes, y de las empresas con las que la universidad tiene algún tipo de relacionamiento ya sea desde proyectos de grado o de procesos de prácticas empresariales, brindando un marco y escenario importante de la industria Química desde sus actividades económicas donde no solo se debe tener en cuenta la industria que mayor importancia presenten que es el objetivo de la continuación de este trabajo, si no que para el caso del desarrollo de proyectos e trabajos en el centro de procesos se deben tener en cuenta esas industrias que tienen

gran importancia y que están por debajo de la Industria de Alimentos con un menor porcentaje como son la Industria Manufacturera (textil, empaques, pinturas y cosméticos entre otros ), a través de estas se pueden realizar revisiones para el CEPIIS a mayor profundidad y con mayor alcance del aprovechamiento de las unidades realizando desarrollos e investigaciones para las mismas.

### **3. LÍNEA DE TRABAJO**

Como respuesta al segundo objetivo específico se realiza este apartado donde se busca encontrar una línea de trabajo como respuesta a las tendencias encontradas anteriormente pero que cumpla con las especificaciones operativas, técnicas y de seguridad con que cuenta el CEPIIS, a continuación, se desarrolló una revisión que brinda oportunidades para llevar a cabo dichos proyectos teniendo en cuenta estas especificaciones.

#### **3.1. La industria de alimentos como el sector con mayor oportunidad para establecer la línea de trabajo**

La línea de trabajo se realizó para la Industria de Alimentos debido a los resultados mostrados en el porcentaje de trabajos de grado y de prácticas empresariales en los sectores industriales y en las actividades de Ingeniería Química donde se evidenció una amplia demanda de trabajos y prácticas en la Industria de alimentos, lo cual toma mucha relevancia ya que los primeros clientes, socios y aliados estratégicos del CEPIIS serán empresas que ya tengan relación con la Universidad como se viene comentando en el presente trabajo, puesto que la dinamización y el relacionamiento se va dar de manera mucho más práctica, partiendo de la confiabilidad y de la credibilidad en la gestión y proceder del CEPIIS.

Otro punto importante para la elección de dicha industria es la disponibilidad de las unidades y de los equipos del CEPIIS debido a que como se referenciaba en apartados anteriores actualmente el centro de procesos se encuentra en espera de realizar la puesta en marcha y realizando todos los procesos necesarios para que se dé la misma, es por esto que de primera mano se busca una línea de trabajo a la que se pueda dar repuesta con los centros del CEPIIS que mayor porcentaje de avance presentan para poder trabajar, en este caso la sala COCO y BIOCAL los cuales no requieren tantas adecuaciones y servicios adicionales para su funcionamiento.

Por último el CEPIIS presentará una ventaja competitiva en el sector de alimentos ya que presentaría equipos y conocimiento técnico a un costo competitivo ya que debido a las reglamentaciones se hace muy complejo para las empresas cumplir con todo las normativas puesto que no cuentan con instalaciones de caracterización y análisis, además dicha industria

presenta muchos problemas que pueden ser solucionados con nuevas tecnologías y con el aprovechamiento de las capacidades para análisis de datos del CEPIIS.

### **3.2 Propuesta de aprovechamiento de las unidades disponibles en el CEPIIS con las tendencias actuales de la industria de alimentos**

Para abordar dicha industria y las necesidades que desde el CEPIIS se pueden abordar se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos que aportaran un contexto global de los desafíos y problemas para ampliar la visión local que se tiene y generar soluciones con un mayor alcance y mejor proyección.

Ya entrando en materia la industria manufacturera de alimentos y bebidas se pueden abordar dificultades similares a las de las demás industrias, pero con los últimos años se han presentado algunos retos diferentes, ya que se requieren productos novedosos y con mayor desarrollo ya que las normativas así lo exigen actualmente esto abre una oportunidad para mejorar dichos alimentos y cambiar la estrategia en las empresas de dicha industria.[53]

#### ***3.2.1 Necesidades y desafíos de la industria alimentaria***

La industria alimentaria tiene un papel muy importante en la economía y el PIB de un país, sin embargo, tiene muchos obstáculos como la seguridad alimentaria, las brechas entre oferta y demanda, para el caso de la cadena de suministro enfrenta problemas como la trazabilidad, el transporte y el envasado de los alimentos, a continuación se van a explicar los distintos escenarios y posibilidades que en cada uno subyace, sin embargo, no se podrían abordar la cantidad de factores que se podrían abordar, pero si los considerados más importantes.

- **Seguridad alimentaria**

La seguridad alimentaria es un desafío crucial para la industria agrícola y alimentaria, con medidas estrictas para prevenir contaminaciones microbiológicas y químicas. A pesar de estas precauciones, se reportan millones de casos de enfermedades transmitidas por alimentos anualmente, causando problemas de salud graves y muertes (Strawn et al., 2013). La OMS estima más de 600 millones de casos al año (OMS, 2015), con altos costos económicos debido

a la pérdida de productividad y tratamientos médicos, alcanzando 6.9 mil millones de dólares en EE.UU. (Elkhishin et al., 2017). Las contaminaciones suelen originarse en alimentos contaminados con microorganismos o sus toxinas. La pandemia de COVID-19 también destacó la importancia de la seguridad alimentaria, llevando al sector a implementar estrictas medidas de higiene y distanciamiento social para evitar interrupciones en el suministro de alimentos (Rizou et al., 2020). Se ha demostrado que el virus puede sobrevivir en alimentos frescos y congelados, como el salmón (Hu et al., 2021).[54]

- **Gestión de calidad**

La calidad de los alimentos puede verse comprometida por diversos patógenos, ya sea debido al uso excesivo de pesticidas, factores ambientales, agua, procesos de producción, transporte o manipulación. Estos patógenos son perjudiciales para la salud y se controlan mediante la gestión de calidad alimentaria.

En la UE, la Directiva 93/43/CEE exige a los operadores económicos utilizar el método HACCP para identificar, establecer, mantener y revisar los procedimientos de seguridad alimentaria. Este sistema de gestión de calidad (SGC) es responsabilidad de cada empresa alimentaria y está diseñado tanto para la documentación interna de procesos como para asegurar a empresas colaboradoras la calidad de los alimentos.

La seguridad alimentaria debe aplicarse de manera sistemática siguiendo los siete principios básicos del HACCP: realizar un análisis de peligros, identificar puntos críticos, establecer límites de control, desarrollar procedimientos de monitoreo, establecer acciones correctivas, establecer procedimientos de auditoría y mantener registros. Estos principios son la base de sistemas de gestión de seguridad alimentaria como IFS, BRC, ISO 22000 y GFSI. Las empresas han desarrollado su propio SGC basado en los principios HACCP y programas de requisitos previos incluidos en el plan de seguridad alimentaria.[55]

- **Cadena de suministro**

La literatura sobre la Gestión de la Cadena de Suministro aborda problemas como el efecto látigo, donde pequeñas variaciones en la demanda minorista se amplifican a lo largo de la

cadena, causando grandes fluctuaciones en la demanda observada por los fabricantes. Sterman (1989) atribuye esto a decisiones humanas incorrectas, mientras que Lee et al. (1997) sugieren que puede ocurrir incluso con decisiones racionales. Para reducir este efecto, se recomienda acortar la cadena de suministro, mejorar la comunicación entre sus componentes y permitir que los fabricantes vean la demanda real de los clientes (Lee et al., 1997; Sterman, 1989; Simchi-Levi et al., 2000).

El objetivo principal de la Gestión de la Cadena de Suministro es reducir las incertidumbres, como las del pronóstico y los procesos administrativos (Van der Vorst et al., 1998). Mejorar la comunicación y el intercambio de información entre socios es crucial. Métodos como el inventario gestionado por el proveedor (VMI), el programa de reabastecimiento continuo (CRP) y la planificación, previsión y reabastecimiento colaborativos (CPFR) abordan esto. VMI ofrece visibilidad limitada de inventarios, mientras que CPFR permite una visibilidad total hasta los datos del punto de venta. La iniciativa de respuesta eficiente del consumidor (ECR) ha promovido estos conceptos en la industria minorista y alimentaria (Barratt y Oliveira, 2000). Sin embargo, la planificación centralizada a menudo no es viable, y la coordinación descentralizada presenta desafíos. Los fabricantes deben cumplir con los pedidos sin conocer la política de inventario de los minoristas y mayoristas, haciendo que los datos del punto de venta no siempre sean útiles. Estudios recientes indican que, en algunos casos, reducir el tiempo de entrega o el tamaño de los lotes puede tener un mayor impacto que el intercambio de información (Cachon y Fisher, 2000).[56]

- **Residuos plásticos de un solo uso**

En la industria del plástico, los plásticos de un solo uso representan el 50% de la producción total. En 2017, la producción de envases plásticos alcanzó 146 millones de toneladas métricas. En la industria de alimentos y bebidas, estos plásticos son esenciales para prolongar la vida útil de los productos y mantener sus características organolépticas, especialmente en países en desarrollo donde hasta el 40% de los cultivos se pierden después de la cosecha.

Sin embargo, los envases de alimentos de un solo uso tienen impactos negativos significativos. Este sector consume hasta el 35% de la producción mundial de envases y se desperdicia el 95% de estos envases tras un solo uso. En 2022, el mercado global de envases de plástico estaba valorado en 265.200 millones de dólares, con una proyección de crecimiento a 385.500

millones para 2028, a una tasa anual del 6,1%. La producción y gestión de estos envases representan graves amenazas para la salud y el medio ambiente. [57]

### ***3.2.2 Descripción y características de los centros a proyectar***

- **Descripción y características sala coco (centro de optimización y control)**

Este espacio cuenta con unidades de cómputo para uso de software especializado con altas especificaciones de hardware, no se verá afectado ya que se cuenta con energía eléctrica de soporte si se llega a presentar una contingencia con la red eléctrica ordinaria, y cuenta con tableros de control.

Como ventajas competitivas presenta tecnología de vanguardia que permite optimizar procesos y operaciones de manera eficiente y precisa a escala industrial, para así tomar decisiones basadas en datos y análisis en tiempo real.

En el caso de la industria de alimentos es fundamental la optimización de procesos de fabricación y producción, por medio de la automatización industrial a través del monitoreo y control, para así procesar y analizar dichos datos presentando alternativas que mejoren el proceso.

- **Descripción y características Biocal (laboratorio de procesos biológicos y de calidad)**

Este espacio cuenta con equipos de microbiología, unidades de caracterización, un biorreactor-fermentador, reactor de alta presión y sistema de gases especiales.

Sus ventajas competitivas radican en la infraestructura especializada la cual permite realizar investigaciones y pruebas en el campo de la biotecnología y la calidad, investigaciones en microbiología lo cual se hace fundamental en el campo de la industria alimentaria para mejorar procesos de calidad y realizar diferentes desarrollos desde la nanotecnología y la biotecnología.

### ***3.2.4 Propuestas de aprovechamiento y línea de trabajo para los centros a proyectar***

## **PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO SALA COCO (CENTRO DE OPTIMIZACIÓN Y CONTROL)**

De acuerdo a la búsqueda que se realizó se evidencia un común denominador en los proyectos e investigaciones realizados recientemente acerca de la Industria 4.0 y de las diferentes tecnologías en cuanto a la producción de datos, lo que nos hace encontrar un propósito a la sala COCO teniendo en cuenta sus características ya mencionadas. Es por esto que a continuación se va profundizar el tema y se van a presentar alternativas de proyección para el tema de la cadena de suministro el cual se adapta a las especificaciones técnicas y operativas de dicho espacio.

Para contextualizar esto la llegada de las tecnologías informáticas e Internet, la producción de datos ha aumentado significativamente, afectando diversos aspectos de nuestra vida diaria. Términos como Industria 4.0, análisis de big data, blockchain, aprendizaje automático e inteligencia artificial se han vuelto comunes. Una tecnología clave en este contexto es el Internet de las cosas (IoT), que ofrece aplicaciones valiosas para la sostenibilidad en áreas como la salud, el transporte y el medio ambiente.

Para abordar los diferentes problemas de la industria de alimentos, la Industria 4.0 podría ser un componente crucial en la remodelación del diseño, la distribución y la planificación de la cadena de suministro utilizando tecnologías completamente automatizadas como Blockchaine IoT, etc. La Industria 4.0 no solo mejorará la seguridad alimentaria, sino que también ayudará a entregar alimentos sostenibles de alta calidad en menos tiempo.

Por ejemplo, Blockchain se puede utilizar en la trazabilidad de los alimentos para garantizar que los alimentos se entreguen a los clientes antes de que se echen a perder. Utilizando diferentes tecnologías, podemos mejorar la productividad y hacer que la cadena de suministro de alimentos sostenible funcione con éxito de la misma manera. El uso eficaz de la Industria 4.0 puede minimizar el desperdicio de alimentos y ayudar a que el proceso de la cadena de suministro sea más fluido y eficiente. Esto se puede utilizar para pronosticar con precisión la demanda y reducir la complejidad en la comunicación con los diferentes proveedores en todo el mundo. [58]

- **Sistemas basados en IoT utilizados para una cadena de suministro de alimentos inteligente**

Se destaca la necesidad de que el análisis de una cadena de suministro sea específico para cada producto y empresa. Proponemos un modelo para mejorar el desempeño de una cadena de suministro particular, introduciendo un sistema de objetivos para evaluar diversas alternativas de mejora. Mostramos que la configuración ideal de una cadena de suministro robusta depende de la situación de la demanda. Esta investigación se centra en una cadena de suministro en la industria alimentaria, analizando los efectos de cambios específicos y cómo se manejan las incertidumbres en la demanda. Para medir los efectos en el rendimiento, se desarrolla un entorno de simulación.

Según informes de las Naciones Unidas, aproximadamente un tercio de los alimentos se desperdician, lo que representa una pérdida anual de unos 750 mil millones de dólares. Este desperdicio proviene del 28% de las tierras agrícolas y puede ocurrir en todas las etapas de la cadena de suministro: producción agrícola, fabricación, venta mayorista, minorista, transporte y consumo doméstico. Se toman medidas y se implementan legislaciones para reducir este desperdicio.[59]

- **Capacidades y especificaciones técnicas de los equipos a utilizar sala coco**

Como respuesta a estas necesidades de la industria se plantean dos propuestas de trabajos realizables por medio de las tecnologías de las ciencias de datos en función de la industria de alimentos, estos trabajos se van a caracterizar y especificar con el objetivo de que queden dichas líneas de trabajo en el centro de procesos. Para hablar de las especificaciones técnicas con que se cuenta para proyectos de Block chain e Iot se debe especificar las especificaciones con las que cuentan los equipos del CEPIIS y de la sala COCO, dichas características presentan beneficios y oportunidades debido a que como se ve en la siguiente tabla dichas características permiten el procesamiento de grandes volúmenes de datos, el desarrollo de aplicaciones avanzadas, y la implementación de soluciones innovadoras que pueden mejorar la eficiencia, seguridad y transparencia en la cadena de suministro de alimentos.

**Tabla 15.***Especificaciones técnica equipos de computo*

<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS DE COMPUTO</b>		
<b>Configuración</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>MARCA</b>	Computador configurado	Computador configurado
<b>UNIDAD SÓLIDA</b>	Unidad Sólida M.2 PNY CS1031 2TB 2.400/1.750MB/s (DRAM Less)	- Unidad Sólida M.2 PNY CS1031 2TB 2.400/1.750MB/s (DRAM Less)
<b>TIPO DE PROCESADOR</b>	AMD Ryzen 9 7950X3D AM5 (4.4GHz-5.6GHz) No Fan/Vídeo	AMD Ryzen 9 7950X3D AM5 (4.4GHz-5.6GHz) No Fan/Vídeo
<b>TAMAÑO DEL DISCO DURO</b>	Disco duro mecánico 4Tb Seagate Barracuda	Disco duro mecánico 2Tb Seagate Barracuda
<b>VIDEO</b>	PNY XLR8 Gaming VERTO EPIC-X GeForce RTX 4070 12GB	Tarjeta De Vídeo PNY UPRISING Dual Fan GeForce RTX 3060 Ti 8GB
<b>MEMORIA RAM</b>	PC XPG LANCER DDR5 32GB X2 64GB 6000MT/s RGB	PC Kingston FURY BeastDDR5 16GB X 2 32 GB 4800MT/s RGB

*Nota.* La tabla 15 muestra las especificaciones técnicas de los equipos de cómputo del CEPIIS con sus dos configuraciones.

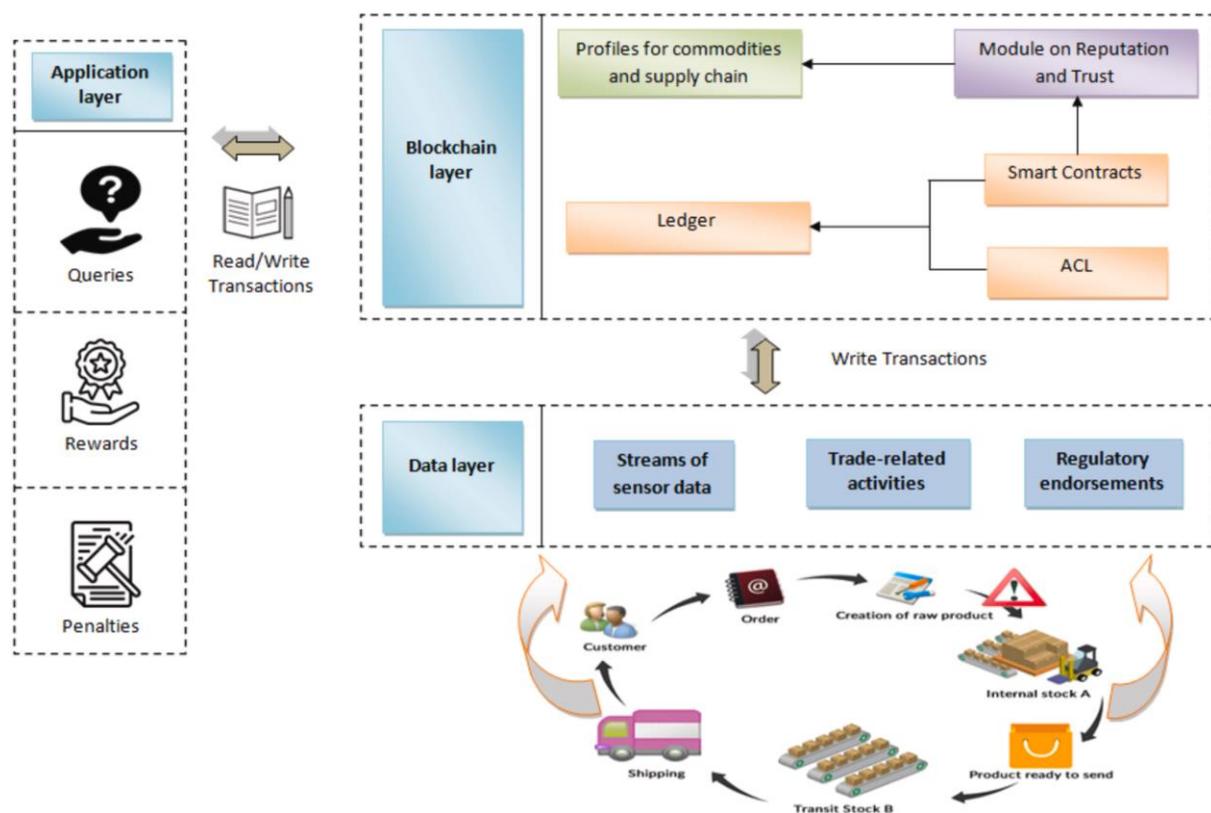
- **Sistemas block chain para mejoramiento cadenas de suministro de alimentos**

Las complejas cadenas de suministro actuales enfrentan problemas de responsabilidad y confiabilidad. La tecnología Blockchain puede resolver estos problemas mediante un registro de auditoría inalterable, pero la confiabilidad de la información sigue siendo un desafío. Los sistemas de reputación actuales no son adecuados para las operaciones basadas en blockchain

debido a su falta de granularidad y alta sobrecarga. Esta investigación presenta TrustChain, un sistema de tres capas que gestiona la confianza rastreando las conexiones entre actores de la cadena de suministro y calculando automáticamente puntuaciones de confianza y reputación usando blockchain e IoT. TrustChain es novedoso porque permite asignar reputaciones específicas a productos, evalúa el desempeño y la confiabilidad de las entidades, utiliza contratos inteligentes para un cálculo transparente y seguro, y diferencia las puntuaciones de reputación entre miembros y servicios de la cadena de suministro.

**Figura 12.**

*Sistema de cadena de bloques mejorado para cadena de suministro*



**Nota.** La figura 12 presenta las tres capas de la plataforma TrustChain para un sistema de cadena de bloques mejorado para una cadena de suministro integrada de IoT de alta seguridad, tomado de (N et al., 2023)

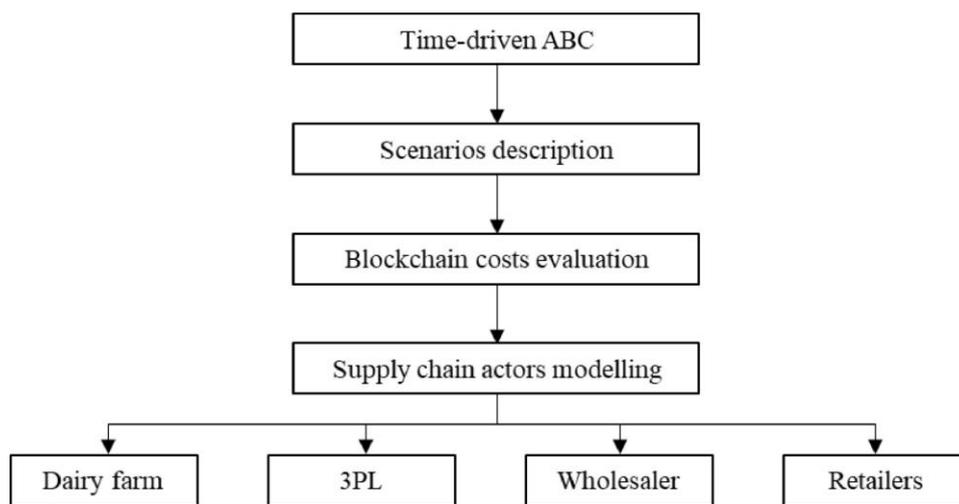
### Aplicación de blockchain, Rfid e Iot para cadenas de suministro

La evaluación de los costos de integrar RFID e IoT con blockchain en la gestión de la cadena de suministro de alimentos, comparando el escenario actual con uno que incorpora estas

tecnologías. Utilizando el costeo basado en actividades, se asignan costos a los sectores de interés, cubriendo logística, almacén y gestión de pedidos. Los resultados indican que, aunque la gestión de almacenes y logística no se optimiza completamente, el costo total de la cadena de suministro mejora. La gestión de pedidos es viable económicamente para todos los actores, especialmente con la política de Cantidad de Orden Económica. La gestión de productos no conformes en el nuevo escenario muestra beneficios económicos del 8% al 63%.

**Figura 13.**

*Integración de BlockChain, RFID e IoT*



**Nota.** La figura 12 presenta la descripción de la metodología para la Integración de blockchain, RFID e IoT dentro de una cadena de suministro de queso: un análisis de costos, tomado de de (Varriale et al., 2023)

- **Recursos adicionales de equipos y expertos para propuesta de aprovechamiento sala coco (centro de optimización y control)**

Además de los equipos ya mencionados se requieren equipos dispositivos y otras herramientas para abarcar las necesidades de dichos proyectos es por esto que se añaden recursos para abarcar la totalidad de los factores planteados anteriormente, además se requieren profesionales específicos e investigadores con estos conocimientos ya que los profesionales del CEPIIS muchas veces pueden no tener el conocimiento suficiente como es lógico en todas las áreas.

## **Equipos necesarios**

**Servidores y redes:** Servidores dedicados, almacenamiento en la nube y redes seguras.

**Software Blockchain:** Plataformas de blockchain como Ethereum, Hyperledger Fabric, o Corda.

**Nodos Blockchain:** Múltiples nodos distribuidos para asegurar la descentralización y redundancia de los datos.

## **Dispositivos de RFID**

**Etiquetas RFID:** Etiquetas de diferentes tipos (pasivas, activas y semipasivas) según la aplicación.

**Lectores RFID:** Dispositivos de lectura/escritura RFID, tanto portátiles como fijos.

**Antenas RFID:** Antenas de alta frecuencia (HF) y ultra alta frecuencia (UHF) para la comunicación entre etiquetas y lectores.

## **Plataformas IoT**

**Software IoT:** Plataformas como AWS IoT, Azure IoT, Google Cloud IoT para la gestión y análisis de datos IoT.

**Dashboards y Herramientas de Visualización:** Software para la monitorización y visualización en tiempo real de los datos de la cadena de suministro.

## **Expertos**

### **Desarrolladores de Blockchain**

**Funciones:** Diseñar, implementar y mantener la infraestructura blockchain.

**Habilidades:** Programación en lenguajes como Solidity, JavaScript, Go, y conocimientos en criptografía y redes distribuidas.

### **Ingeniero RFID**

**Funciones:** Configuración y mantenimiento de sistemas RFID, integración con la infraestructura existente.

**Habilidades:** Conocimiento de tecnologías RFID, diseño de sistemas de identificación y habilidades en electrónica y telecomunicaciones.

## **Especialistas IoT**

**Funciones:** Garantizar la seguridad de los datos y la infraestructura de blockchain e IoT.

**Habilidades:** Conocimientos en criptografía, gestión de identidades y acceso, y prácticas de seguridad en redes y dispositivos IoT.

## **PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO BIOTAL (LABORATORIO DE PROCESOS BIOLÓGICOS Y DE CALIDAD)**

Por otra parte las características de laboratorio de procesos biológicos y de calidad se hace importante en procesos de seguridad alimentaria y gestión de calidad ya que como se mencionó anteriormente las normativas y las exigencias de los productos y alimentos son demasiado altas, es por esto que se requieren diferentes soluciones que requieren investigaciones y desarrollo para la industria, principalmente desde las tecnologías verdes para la seguridad alimentaria, a continuación se profundizará sobre el tema y se presentarán algunas propuestas.

- **Tecnologías verdes y seguridad alimentaria**

La contaminación de alimentos por microorganismos patógenos y el deterioro es un problema importante en la industria alimentaria. El procesamiento térmico tradicional, como la pasteurización, reduce significativamente estos microorganismos, pero puede afectar la calidad de los alimentos. Las tecnologías verdes ofrecen una alternativa menos perjudicial para la calidad de los alimentos. La resistencia de los microorganismos a estas tecnologías varía: esporas > hongos > levaduras > bacterias grampositivas > bacterias gramnegativas. Aunque estas tecnologías han demostrado ser efectivas contra varios patógenos y contaminantes, su efecto sobre los virus es menos conocido.

Las tecnologías verdes funcionan mediante varios mecanismos como la desnaturalización de proteínas y la ruptura de membranas celulares. Su eficacia depende de factores como las condiciones de procesamiento y la composición de los alimentos. Han mostrado buenos resultados en la degradación de pesticidas y micotoxinas, aunque los mecanismos exactos aún no están claros.

Además, estas tecnologías son efectivas para prevenir el pardeamiento enzimático en productos vegetales sin afectar su calidad. También mantienen las propiedades nutricionales y sensoriales de los alimentos, mejorando procesos como el secado y preservando compuestos antioxidantes como las antocianinas y la vitamina C.

- **Capacidades y especificaciones técnicas de los equipos a utilizar Biocal**

Como respuesta a estas necesidades de la industria se plantean dos propuestas de trabajos realizables por medio de biotecnología y procesos con microorganismos estos trabajos se van a caracterizar y especificar con el objetivo de que queden dichas líneas de trabajo en el centro de procesos.

A continuación, se presentan dos de los equipos del área Biocal que ya cuentan con sus límites operativos descritos en otros trabajos y estas capacidades en materia de estos proyectos permiten:

- **Reactor de alta presión**

El reactor de alta presión permite para la obtención de nuevos productos la síntesis de nuevos ingredientes para producir ingredientes mas eficientes y sostenibles, extracción supercrítica para extraer aceites de plantas mejorando la eficiencia y reduciendo el uso de solventes tóxicos, también la hidrogenación de grasas para producir grasas mas saludables sin generar ácidos grasos trans, para el tratamiento de plásticos permite ensayos de despolimerización y Reciclaje Químico e hidrogenólisis y Pirólisis todo a manera de laboratorio debido a su capacidad.

**Tabla 16.**

*Limites operativos Reactor de alta presión*

LIMITES OPERATIVOS REACTOR DE ALTA PRESIÓN		
PARAMETROS	Superior	Inferior
TEMPERATURA	400°C	17°C
PRESIÓN	100 bar	0.6 bar
VOLUMEN	250 mL	100 mL

*Nota.* La tabla 16 presenta los límites operativos del reactor alta presión, Tomado de de Catálogo BIORREACTORS / FERMENTORS Bionet Engineering

- **Biorreactor**

El biorreactor puede facilitar procesos de producción de enzimas y fermentación esto puede optimizar procesos de fermentación, que son fundamentales para la producción de lácteos, bebidas alcohólicas y otros alimentos fermentados, también para el cultivo de células y Macroorganismos lo que facilita la producción de bioproductos a través de fermentación, y finalmente para la Biosíntesis de aromas y sabores reduciendo la necesidad de procesos químicos más contaminantes. Para el tratamiento de plásticos a partir de recursos renovables se puede realizar estudios de degradación Biológica de plásticos y a su vez la degradación de la misma manera.

**Tabla 17.**

*Limites operativos Biorreactor*

LIMITES OPERATIVOS BIORREACTOR		
PARAMETROS	Superior	Inferior
VOLUMEN TRABAJO	1,5 L	0,7 L
VELOCIDAD AGITACIÓN	1200 rpm	150 rpm
TEMPERATURA	80°C	17°C

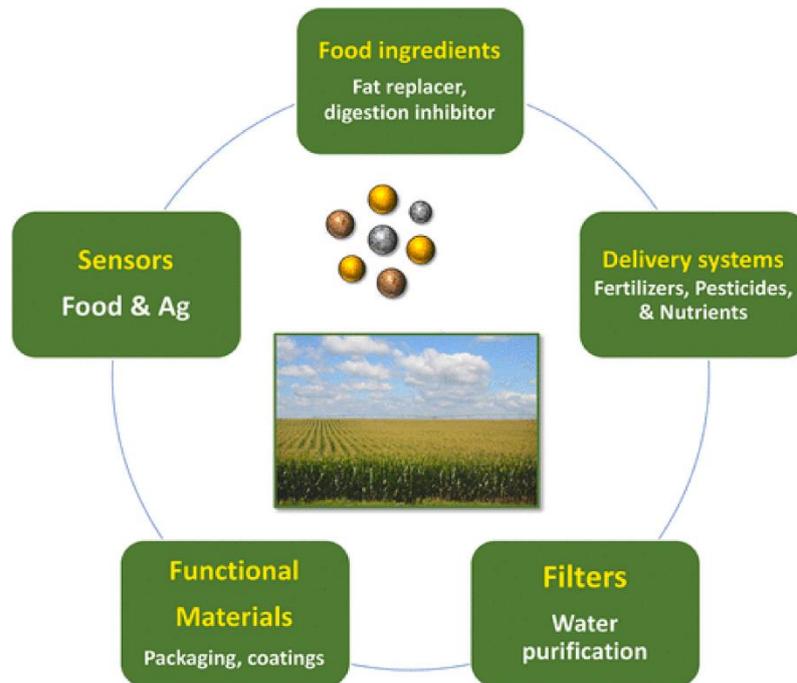
*Nota.* La figura 17 representa el Manual de Operación de el Biorreactor, Tomado de de Instruction Manual for Laboratory Autoclave de AMAR LTD

- **Producción de alimentos sostenibles por tecnologías verdes**

La producción sostenible de alimentos cubre una amplia gama de perspectivas y abarca cuestiones relacionadas con el medio ambiente, la economía y la sociedad. La sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos enfrenta desafíos que van desde la degradación ambiental, la competencia por los recursos hasta las elevadas demandas de alimentos y la integración de la agricultura a la economía global. Teniendo en cuenta sus implicaciones socioeconómicas de largo alcance, esta revisión proporciona primero una visión general de las características clave que distinguen la producción sostenible de alimentos de las prácticas agrícolas convencionales. Además, se resumen las tecnologías verdes emergentes para promover la producción sostenible de alimentos. Entre esas técnicas modernas, se analizan en detalle la agricultura urbana, los alimentos de origen vegetal de próxima generación y la nanotecnología alimentaria. Finalmente, se proponen soluciones futuristas y trabajos de investigación para proporcionar orientación para el diseño de sistemas agroalimentarios sostenibles.

**Figura 14.**

*Sistema de producción de alimentos sostenible*



*Nota.* La Figura 14 presenta la visión general de las aplicaciones de la nanotecnología en la producción sostenible de alimentos, tomado de (Qu et al., 2024)

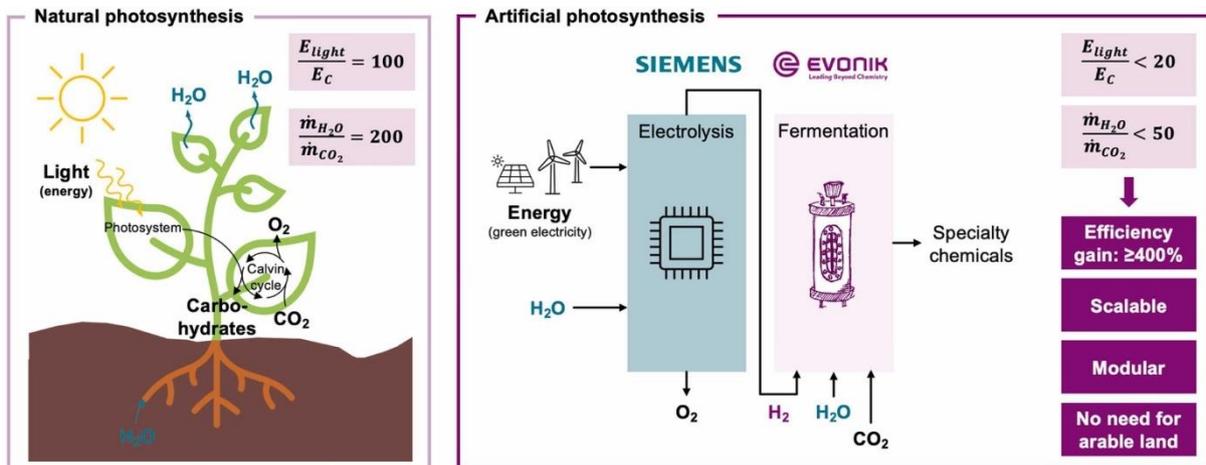
- **Polímeros verdes y tendencias de la industria**

La producción mundial de plásticos se espera que pase de 400 millones de toneladas a 600 millones de toneladas en 2060, representando aproximadamente el 3% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Cerca del 60% de estos plásticos son de un solo uso, como bolsas de compra y embalajes, y solo una parte se recicla o se desecha adecuadamente. Un 20% de los plásticos de un solo uso no se elimina correctamente y contamina el medio ambiente, especialmente los océanos. Naciones Unidas, la Unión Europea y varios estados están creando regulaciones para fomentar la producción de plásticos con menor impacto ambiental, apoyando con financiación para investigación. Las soluciones incluyen el uso de energía verde, materias primas biológicas, reciclaje de plásticos mediante conversión o pirólisis, y la producción de polímeros biodegradables. La industria química alemana, que produce un tercio de los polímeros en la UE, está integrada en este marco regulatorio y se alinea con el Pacto Verde Europeo que busca la neutralidad de carbono para 2050. Empresas como BASF y Evonik están desarrollando tecnologías para fabricar poliuretanos reciclables y

sostenibles. Reducir la huella ambiental de los plásticos requiere no solo innovaciones en materiales, sino también una adecuada gobernanza, sistemas regulatorios, y cooperación pública. Alemania ha alcanzado una posición de liderazgo en el índice de gestión de plásticos (PMI) a nivel internacional.

**Figura 15.**

*Artificial photosynthesis*



**Nota.** La figura 16 muestra la comparación con la fotosíntesis natural, la “fotosíntesis artificial” ofrece ventajas en cuanto a aumento de eficiencia, reducción del consumo de agua y menores requisitos de espacio. Mientras que en la fotosíntesis natural sólo se utiliza alrededor del 1% de la energía luminosa incidente, Hacia polímeros más ecológicos: tendencias en la industria química alemana, tomado de (Franz et al., 2024)

- **Recursos adicionales de equipos y expertos para propuesta bioal (laboratorio de procesos biológicos y de calidad)**

Además de los equipos ya mencionados se requieren equipos dispositivos y otras herramientas para abarcar las necesidades de dichos proyectos es por esto que se añaden recursos para abarcar la totalidad de los factores planteados anteriormente, además se requieren profesionales específicos e investigadores con estos conocimientos ya que los profesionales del CEPIIS muchas veces pueden no tener el conocimiento suficiente como es lógico en todas las áreas.

## **Equipos**

**Biorreactores de diferentes tamaños y configuraciones:** Para la fermentación y producción de biocatalizadores.

**Reactores enzimáticos:** Para reacciones específicas utilizando enzimas como biocatalizadores.

### **Equipos de Análisis y caracterización**

**Cromatógrafos (HPLC, GC-MS):** Para la separación y análisis de compuestos químicos.

**Espectrómetros (FTIR, NMR, UV-Vis):** Para la identificación y cuantificación de sustancias.

### **Equipos de separación**

**Centrífugas:** Para la separación de biomasa y productos químicos.

**Sistemas de ultrafiltración y microfiltración:** Para la purificación de proteínas y otras biomoléculas.

### **Equipos de Cultivo y Fermentación:**

**Fermentadores y biorreactores:** Para el cultivo de microorganismos y células.

**Incubadoras y agitadores:** Para el crecimiento controlado de cultivos biológicos.

### **Equipos de Procesos de Síntesis Verde:**

**Reactores de flujo continuo:** Para la síntesis eficiente y sostenible de productos químicos.

**Fotobiorreactores:** Para la utilización de luz en reacciones biotecnológicas.

## **Expertos**

**Ingenieros químicos:** Expertos en el diseño y optimización de procesos químicos sostenibles.

**Microbiólogos y Bioquímicos:** Especialistas en el cultivo y manipulación de microorganismos y enzimas para procesos biotecnológicos.

**Especialistas en energías renovables:** Expertos en la integración de fuentes de energía renovable en procesos químicos y biotecnológicos.

### **3.3 CEPIIS como centro de innovación y productividad**

El CEPIIS como centro de procesos e innovación para la industria sostenible busca verse reconocido por MINCIENCIAS como actor que integre el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SNCTI-.

El objetivo del programa es fomentar la excelencia de los actores principales del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), mediante una conceptualización clara y flexible que permite caracterizar el papel de dichos actores. Esto se logra identificando sus actividades principales y los resultados clave en ciencia, tecnología e innovación, de acuerdo con lo establecido en la resolución que regula el reconocimiento de actores del SNCTI.

Por otro lado, el proceso de reconocimiento tiene como finalidad identificar la capacidad del país en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), y promover la especialización de los actores principales del SNCTI en sus misiones específicas. Este reconocimiento es fundamental para acceder a diversos incentivos contemplados en la normativa vigente, tales como convocatorias de financiación, el Sistema General de Regalías, beneficios tributarios según el Estatuto Tributario, entre otros instrumentos de financiación.[66]

#### **Definición de Centros de Innovación y Productividad (CIP) según MINCIENCIAS**

Los Centros de Innovación y Productividad (CIP) son entidades públicas o privadas con su propia personería jurídica o dependientes de otra entidad colombiana. Su objetivo es mejorar la competitividad y productividad a nivel local, regional o nacional, estimulando la demanda de conocimiento científico, desarrollo tecnológico e innovación entre actores clave, además de fomentar la interacción y el flujo de información entre ellos.

Actividades Principales o Nucleares:

- Asesorías
- Consultorías
- Asistencia técnica
- Capacitación (soporte de TRL 4 a 9)

#### Actividades de I+D+i y/o Complementarias:

- Servicios científicos y tecnológicos
- Extensión tecnológica
- Divulgación científica
- Estudios especializados

#### Resultados Principales:

- Metodologías
- Modelos
- Políticas públicas
- Dinamización de redes
- Publicaciones

#### Requisitos y Proceso de Reconocimiento

El proceso de reconocimiento consta de dos fases:

Fase 1: Autoevaluación: Realizada por la entidad solicitante.

Fase 2: Evaluación, Análisis y Toma de decisión: A cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

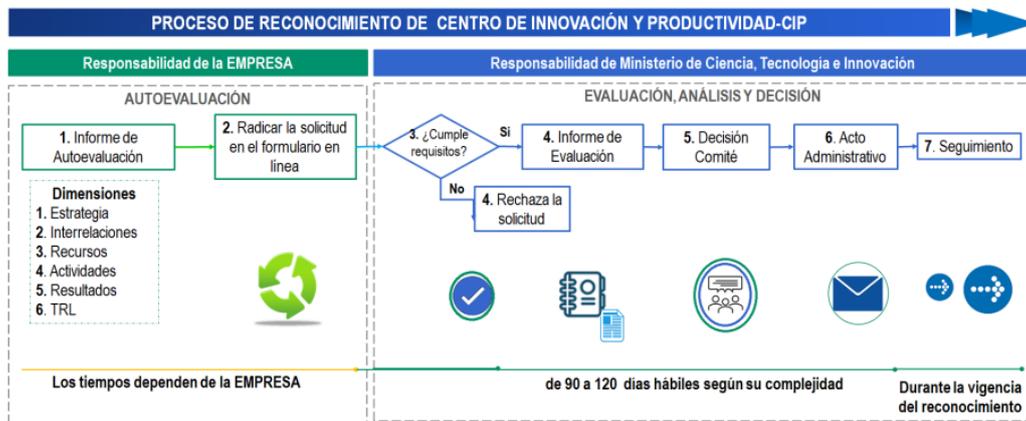
#### Requisitos y Documentos Requeridos:

- Tener al menos tres años de existencia.
- Registro de solicitud en el formulario en línea del MINCIENCIAS.
- Carta de solicitud de reconocimiento según modelo proporcionado, firmada por el Representante Legal.
- Informe de Autoevaluación del CIP, según formato establecido.
- Documentación referenciada en la Tabla 1 de criterios de evaluación y documentos verificables.

Se requiere que todos los documentos estén en concordancia con las definiciones y requisitos indicados en los anexos de la guía de reconocimiento.

**Figura 16.**

*Línea de tiempo para reconocimiento de centros*



**Nota.** La figura 16 presenta la línea de tiempo para reconocimiento de centros de acuerdo a la Tipología de proyectos, tomado de (*TIPOLOGIA de PROYECTOS*, n.d.)

## **4.CRITERIOS CLAVE PARA EL MARCO DE LA GERENCIA Y OPERACIÓN**

Para identificar los criterios clave para el marco de la gerencia y operación se realizó la búsqueda y revisión bibliográfica de trabajos similares, donde se identificaron los documentos y estrategias necesarias para estructurar las actividades y funciones relacionadas con la operación segura y enmarcada dentro de los valores institucionales y normativos planteados por la Universidad. Por otra parte, se tuvieron en cuenta las recomendaciones de expertos y profesionales en el área administrativa y de gerencia con experiencia en procesos industriales y de Ingeniería química.

### **4.1 Hoja de ruta para las alianzas estratégicas y articulación CEPII y CEIS/CTP**

El CEPIIS como centro de procesos e innovación para la industria sostenible, busca tener aliados estratégicos que le den valor a sus procesos y que apoyen actividades que no se pueden desarrollar allí específicamente, permitiendo trabajar de manera articulada y presentando una oferta muy amplia de servicios y productos para la industria al sumar esfuerzos que resuelvan y presentan diferentes soluciones a las necesidades que demanda la industria actualmente.

A continuación, se va describir cada una de las etapas importantes de acuerdo al contexto del CEPIIS para consolidar una hoja de ruta en el tema de alianzas estratégicas con ayuda y apoyo del CEIS y el CTP de la universidad de América el cual presenta un rol muy importante para articular este proceso.

#### ***4.1.1 Introducción de las alianzas estratégicas de manera general***

##### **Conceptos básicos de las Alianzas Estratégicas**

**Alianza:** Relación entre donantes y donatarios, en ocasiones desequilibradas o parcializadas sin embargo no es lo que se busca pensar en estas relaciones con mayor igualdad, colaboración y apoyo mutuo. La idea de esta colaboración es que se de manera exponencial, llegando a un alto grado de colaboración, esto está medido por el nivel en que se compartan los recursos, desde las relaciones que se estén llevando a cabo y su alcance.[67]

**Entorno favorable:** Un posible entorno favorable en este escenario son todos los acuerdos de voluntades, mecanismos de interacción y convenios, desde la Universidad y desde el CEIIS que se han dado de manera exitosa y con resultados medibles. Teniendo en cuenta:[67]

- Reglamentación desde la Universidad
- Marco legal y normativo
- Manual de funciones (realizado en este documento y por evaluar), roles y responsabilidades de los implicados
- Comunicación entre partes interesadas
- 

**Sistema:** Sistema local de participantes de la alianza estratégica (gobiernos, sociedad, sector privado, universidades, ciudadanos individuales y otros) en términos de sus resultados de desarrollo específicos, que beneficien en este caso a las 3 partes interesadas que en este caso son CEPIIS, CEIS y sector real que en este caso corresponde a organismos, empresas o cualquier entidad que nos permita dar valor que se desarrollan en la Universidad.

**Tabla 18.**

*Dinámica de Beneficios para las partes interesadas*

¿Qué gana el CEPIIS?	¿Que gana el CEIS/CTP?	¿Que gana el sector real?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a nuevos recursos</li> <li>• Ahorro de costos</li> <li>• Agilidad, flexibilidad y respuesta a las necesidades</li> <li>• Articulación de proyectos</li> <li>• Avanzar en trabajos de Investigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un mayor portafolio de empresas</li> <li>• Resultados a nivel del marco de indicadores que se plantee</li> <li>• Mayor vinculación con la Industria</li> <li>• Ampliar, el escenario de eventos, convocatorias, etc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legitimidad, visibilidad y credibilidad</li> <li>• Buen nombre</li> <li>• Desarrollo de nuevos servicios y productos</li> <li>• Ventaja competitiva</li> <li>• Consecución de sus objetivos</li> <li>• Optimización de procesos</li> </ul>

**Nota.** La tabla 18 muestra la dinámica de beneficios para las partes interesadas desarrollada para la hoja de ruta para alianzas estratégicas

**Tabla 19.**

*Ventajas de Colaboración para las partes interesadas*

Ventajas para el CEPIIS	Ventajas para el CEIS/CTP	Ventajas para el Sector Real
<ul style="list-style-type: none"><li>• Innovación y mejora de procesos internos</li><li>• Mayor alcance e impacto social</li><li>• Posicionamiento del Centro</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor acercamiento de la Industria</li><li>• Participación y apoyo en el desarrollo de proyectos</li><li>• Mayor acceso a eventos técnicos y de capacitación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayores capacidades en cuanto a personal técnico</li><li>• Nuevos productos con valor agregado</li><li>• Mejora en cuanto a optimización de procesos y cumplimiento de los mismos</li></ul>

**Nota.** La tabla 19 muestra las ventajas de colaboración para las partes interesadas desarrollada para la hoja de ruta de alianzas estratégicas

### **Principios de alianza estratégica**

Las alianzas entre CEPIIS, CEIS y el sector real se basan en la confianza, el respeto, la integridad, la rendición de cuentas y la igualdad. Estas asociaciones no deben afectar la relación interna entre los miembros y el liderazgo de ninguna de las organizaciones involucradas. Cuando se propongan relaciones o contribuciones desde fuera de la alianza, es fundamental respetar las misiones y valores de CEPIIS, CEIS y las empresas externas.

Dentro de una alianza, ninguna de las partes puede aceptar unilateralmente términos que impacten significativamente en la colaboración. Además, estas relaciones no deben alterar los principios básicos relacionados con la identidad, la visión y los valores de la Universidad y el sector real.

### **Mecanismo general para construir Alianzas Estratégicas**

**Tabla 20.**

*Mecanismo general para construir alianzas estratégicas*

<b>MATRIZ DEL MECANISMO GENERAL PARA CONSTRUIR LA ALIANZA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CEPIIS</b>	<b>CEIS</b>
1. Establecer los contactos de relacionamiento		
2. Identificar los roles de cada uno de los actores		
3. Identificar el problema y posibles alternativas para resolverlo		
4. Establecer las funciones de cada actor, socializadas en una reunión formal		
5. Definir los beneficios de cada parte		
6. Establecer el alcance que puede tener la alianza potencial		

*Nota.* La tabla 20 muestra la matriz para el mecanismo general para construir alianzas estratégicas desarrollada para la hoja de ruta.

#### ***4.1.2 Análisis del contexto para una alianza estratégica***

- **Recursos Necesarios CEPIIS y CEIS**

Son todos los recursos humanos y tecnológicos que se encuentran en el CEPIIS establecidos en el portafolio de servicios con el que se cuenta hasta el día del presente documento, este puede presentar algunos ajustes.

- **Relaciones que se tienen en la Universidad y el CEIS**

Son todas las relaciones, convenios y acuerdos de voluntades que se tiene desde la Universidad y el CEIS, las cuales se han realizado con éxito como se resuelve en el párrafo de entorno favorable.

- **Reglas y estatutos para la instauración de la alianza**

Se deben establecer reglas a medida que avancen las interacciones entre CEIS, CEPIIS y sector real, sin embargo, se debe realizar alianzas de manera más flexible ya que se requiere de un grado de experiencia mayor que brinde un marco general de reglamentación.

- **Objetivos planteados entre el sector real, CEIS Y CEPIIS**

Como resultados actualmente se tienen trabajos de grado con empresas y procesos de prácticas empresariales esta información se muestra anteriormente en su respectivo apartado, esto como resultado de trabajos conjuntos.

- **Búsquedas de relacionamiento a través de actividades de la Universidad**

Allí se presentan las empresas de acuerdo a trabajos de grado que más necesidades presentan, sin embargo, se evidencia una gran necesidad desde la industria de alimentos como se muestra en los diferentes gráficos de trabajos de grado y de prácticas empresariales.

### **Empresas con prácticas empresariales en Ingeniería Química**

Se encuentran 70 empresas que se identificaron en el capítulo 3 donde se revisó el tema de prácticas empresariales allí todas presentan procesos recientes en diferentes sectores respecto a Ingeniería química y sería un principio para el relacionamiento a través de la Universidad. La tabla se puede encontrar como **Tabla 10. Empresas con procesos de prácticas** en el tercer capítulo.

### **Empresas con proyectos de Grado**

Se encuentran un número importante número de empresas con proyectos de grado igualmente en el capítulo 3 donde se revisó el tema de proyectos de grado, allí se identifican las empresas con mayor número de trabajos y también las empresas que a su vez coinciden con el proceso de prácticas es por esto que estas deberían tener mayor relevancia. **Tabla 11. Empresas con proyectos de grado.**

### **Ruedas de negocio**

La universidad de América en contables ocasiones realiza invitaciones a ruedas de negocio esto con el objetivo de reactivación económica, esta sería una oportunidad para el relacionamiento con empresas y una vitrina importante para los productos y servicios que el CEPIIS puede ofertar, ya que es la reunión de compradores y vendedores en un mismo espacio.

### **Clúster empresarial**

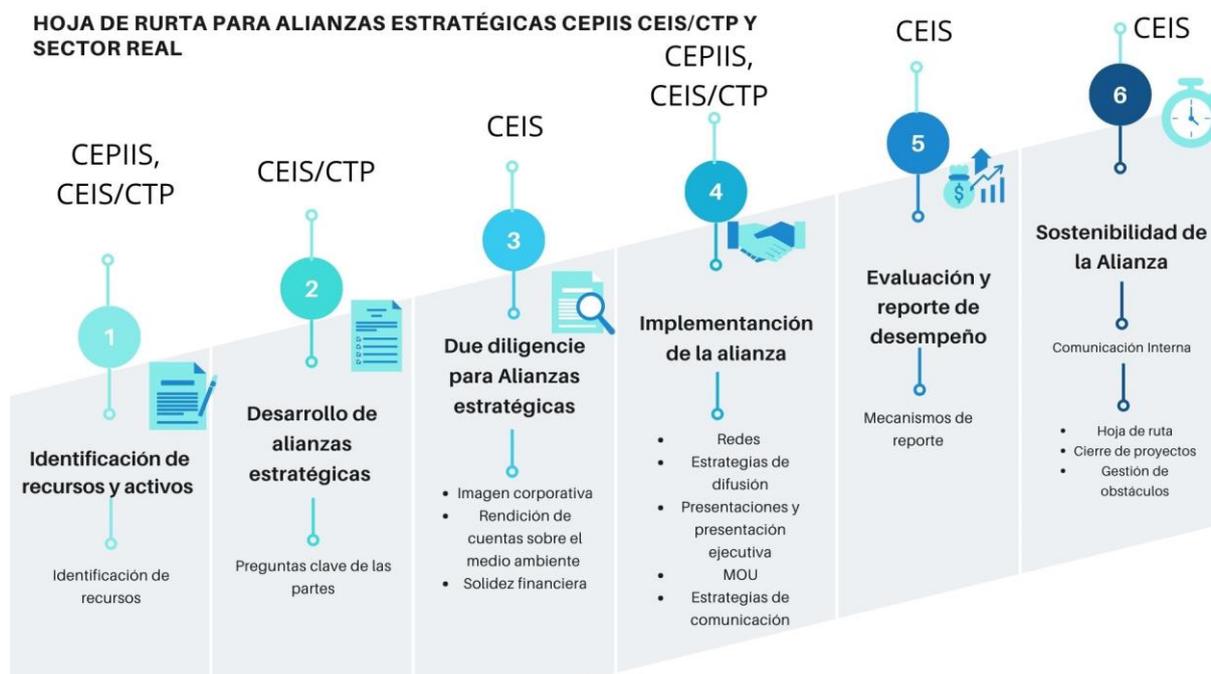
La universidad de América también es cercana a este tipo de eventos en los que se concentran empresas o diferentes organizaciones en un espacio relacionadas con un tema de interés. Esto favorece demasiado la productividad, todo esto también podría favorecer la visibilidad del CEPIIS como proceso industrial con unidades de proceso con transformación química.

### **Ferias de emprendedores**

Otro espacio que favorece el relacionamiento son las ferias de emprendimiento ya que representa otro espacio estratégico en donde las empresas pueden ofertar sus productos, validar la oferta y establecer conexiones valiosas con potenciales socios de negocio. Así, abren la puerta a nuevas oportunidades de crecimiento en el CEPIIS, mostrando los diferentes proyectos y desarrollos realizados en el mismo.

**Figura 17.**

*Hoja de ruta para alianzas estratégicas CEPIIS, CEIS/CTP y Sector real*



*Nota.* La figura 17 representa la hoja de ruta para alianzas estratégicas CEPIIS, CEIS/CTP y Sector real de manera esquematizada.

#### **4.1.3 Identificación de recursos y activos de las partes interesadas**

##### **1. Definir los activos del CEIS**

- **Acceso a los actores clave**
- **Relaciones**
- **Soporte de comunicaciones y mercadeo**

##### **2. Definir los activos del CEPIIS**

- **Capacidades, servicios, productos y experiencia**
- **Capacidades de gestión de proyectos**
- **Soporte tecnológico y técnico**
- **infraestructura**

### **3. Definir los activos del socio y cliente potencial (Alianza estratégica)**

- **Capacidades, servicios, productos y experiencia**
- **Capacidades de gestión de proyectos**
- **Soporte tecnológico y técnico**
- **Acceso a los actores clave**
- **Relaciones**
- **Soporte de comunicaciones y mercadeo**
- **Infraestructura**

#### ***4.1.4 Desarrollo de alianza estratégica entre CEPIIS, CEIS Y SECTOR REAL***

En este apartado se especifican los aspectos importantes para el desarrollo y ya el proceso que implica la puesta en marcha de la alianza estratégica con cada uno de los proyectos e intereses que se plantearon es por esto que se hace importante la intervención del CEIS como un ente regulador e interventor que regule y garantice el correcto desarrollo de la alianza.

- **Reputación o trabajo previo del Sector Real**

Se busca la manera en la que la alianza le de valor a las actividades del CEPIIS, es por esto que la empresa que busca trabajar de esta manera debe plantearlo desde su Responsabilidad social empresarial (RSE), además debe haber trabajado o tenido un acercamiento de trabajo conjunto con la academia en pro de realizar proyectos de procesos o de innovación para la industria o proyectos de investigación, todo esto apoyado por el CEIS

- **Control moderado por parte de CEIS**

Es demasiado importante establecer el marco legal, sin llegar a limitar demasiado los recursos afectando su utilización y el avance de los proyectos, es por esto que se debe buscar la manera de agilizar este proceso desde el marco contractual y el protocolo, todo esto apoyado por la gestión del CEIS.

- **Recursos humanos iniciales necesarios**

Se deben repartir los roles adecuadamente por esto se hace demasiado necesario tener la estructura organizacional con cada uno de los perfiles para poder acordar responsables idóneos,

dado el caso de que se dé un proyecto la empresa tiene claro quién representa cada proceso en el CEPIIS y a que dependencia se debe dirigir.

- **Prioridades contrapuestas de las partes interesadas**

Los intereses del socio externo y del CEPIIS deben ser establecidos desde un principio entendiendo hasta qué punto puede llegar cada uno sin que se extralimitan las funciones y el alcance que cada uno pueda tener para cumplir con los intereses y esto genere traumatismos futuros.

- **Problemas de aplicación o Desarrollo del Proyecto**

Ante los problemas operativos, se debe tener un paso a seguir o una estrategia que permita mapear de manera rápida y eficiente el problema, para sí comunicarlo entre los socios, teniendo solución directa dependiendo lo que se pueda identificar con dicha estrategia

#### ***4.1.5 Due Diligence para alianzas CEPIS, CEIS Y SECTOR REAL***

El Due diligence o Debida Diligencia es precisamente una forma de obtener seguridad y confianza en las operaciones de negocios. Es una herramienta que permite a empresarios y corporaciones realizar una adecuada planeación para realizar fusiones y/o adquisiciones, así como lograr alianzas en participación y prosperas alianzas estratégicas, es por esto que es indispensable tener estrategias que enmarquen la seguridad y la confianza, como los factores que se plantearan a continuación y que representan un apoyo muy importante del CEIS.

- **Imagen corporativa**

Se debe hacer una revisión de la imagen pública, y del contexto legal esto desde la parte administrativa de la Universidad permitiendo tener clara la transparencia de dichas empresas, esta sería una actividad muy importante del CEIS ya que garantizaría una imagen corporativa acorde con los valores institucionales.

- **Rendición de cuentas sobre el medio ambiente**

El compromiso ambiental es un ámbito fundamental actualmente más a partir del enfoque de sostenibilidad que presenta el CEPIIS, es por esto que se debe buscar una empresa comprometida y responsable con sus procesos respecto al medio ambiente que busque mitigar y solventar el impacto ambiental de manera correcta, aquí debe haber injerencia de los profesionales del CEPIIS que con su conocimiento técnico validen el impacto ambiental y las actividades sobre el medio ambiente.

- **Solidez financiera**

Otro punto a revisar es la estabilidad económica de la empresa ya que esto puede afectar la sostenibilidad de la alianza en determinado momento, allí se deben revisar reportes, estados financieros y sus actividades, para que así finalmente se compruebe la prosperidad económica y la alianza llegue a un buen término, este proceso apoyado también desde la parte administrativa de la universidad.

#### ***4.1.6 Implementación de la alianza desde CEPIS, CEIS y SECTOR REAL***

La implementación es el último punto necesario para empezar a trabajar, aquí se aclaran algunos aspectos adicionales que al igual deben tener un conducto regular y un esquema de situaciones mapeado para que no se presenten problemas una vez se de la alianza estratégica y se presente algún cambio o situación en el proyecto.

- **Establecimiento de redes**

Se debe hacer el seguimiento de las relaciones esto soportado con las visitas pertinentes a las empresas para hacer presencia y mostrar interés por parte del CEPIIS, contactándose con las personas adecuadas que den valor a la red, todo esto desde la eficacia y de la rapidez con que se dé el acercamiento y la respuesta durante el proceso lo cual condiciona a las empresas por la dilación del mismo, de igual manera teniendo como ente mayoritario de comunicación al CEIS.

- **Estrategias de difusión**

Se deben buscar estrategias de publicidad y mercadeo para atraer más relaciones en el caso de centros de procesos y de innovación o terceros que apoyen las estrategias pueden ser:

- Hacer eventos en el CEPIIS de difusión con empresas del sector
- Realizar visitas a las empresas mostrando los intereses
- Buscar los egresados que estén vinculados y que quieran sumarse a la iniciativa
- Hacer uso de las redes sociales subiendo material y trabajos realizados que nos haga visibles dentro de redes como LinkedIn
- **Memorando de entendimiento**

Este documento es una alternativa que podría establecer un acuerdo para describir los términos de la relación, donde se incluyen los estatutos y las obligaciones de cada parte, este MOU es la primera parte hacia la formalización de una alianza.

#### ***4.1.7 Evaluación de desempeño de alianzas estratégicas CEPIIS, CEIS y SECTOR REAL***

Es la etapa más importante de seguimiento y debe ser evaluada por el CEIS y el CEPIS de acuerdo a un cronograma y a plazos establecidos para que se consiga cumplir con los objetivos y planteamientos en el plazo establecido, sin embargo, se plantean estos tipos de evaluación en los cuales debe estar dicha actividad que en gran parte debe ser desarrollada de manera conjunta con las partes interesadas.

- **Evaluación Acumulativa**

Se hace una revisión general sobre la importancia y el alcance de un proyecto, este debe cuantificar los avances y diferencias que se presentan al punto en que se encuentra el proyecto, encontrado las metas cumplidas por medio de los resultados encontrados en el proceso.

- **Evaluación Formativa**

Estudia los cambios y los resultados específicos de las estrategias ya implementadas, todo de la mano de las transiciones que esto implica. Se acude a estas cuando se tiene bien entendido el contexto y se adapta una estrategia que se proyecta con buenos resultados con herramientas a las que se tiene acceso.

- **Evaluación del Desarrollo**

Busca apoyar la mejora continua sobre la marcha para estrategias que aún están en prueba, de acuerdo al punto en que está el CEPIIS es la alternativa más cercana ya que serían proyectos y estrategias aun en construcción, Por lo tanto, no es tan estricta y no requiere de datos concretos acerca de los resultados.

#### ***4.1.8 Sostenibilidad de la alianza para CEPIS, CEIS y SECTOR REAL***

Es importante pensar en que una alianza perdure y no únicamente se vea esta sociedad para realización de un proyecto si no para diferentes trabajos conjuntos y actividades que le den valor a estas entidades, es por eso que se deben tener estrategias para mantener dicha relación.

**Mecanismo para el mantenimiento de la Relación**

1. **Perspectiva imparcial del proyecto y de los objetivos**
2. **Proyecto enmarcado a los intereses comunes**
3. **Comunicación frecuente y establecida para realizar seguimiento**
4. **Involucrar a las partes interesadas en los momentos claves del proyecto**
5. **Contar con los recursos clave para gestionar la alianza**
6. **Tener las estrategias y soluciones a los problemas**

*4.1.9 Matriz de relacionamiento modelo de articulación de alianzas estratégicas para CEPIIS, CEIS y SECTOR REAL*

**Tabla 21.**

*Matriz de relacionamiento modelo de articulación CEPIIS, CEIS y Sector real*

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CEPIIS</b>	<b>CEIS/CTP</b>	<b>SECTOR REAL</b>
1. Identificación de recursos y activos			
2. Desarrollo de la alianza estratégica			
3. Due diligence para alianzas estratégicas			
4. Implementación de la alianza			
5. Evaluación y reporte de desempeño			
6. Sostenibilidad de la alianza			

**Nota.** La tabla 21 representa la matriz de relacionamiento modelo de articulación CEPIIS, CEIS y sector real.

## 4.2 Propuesta para la gestión de proyectos de la industria en el CEPIIS (indicadores, tiempos, escenarios, protocolo)

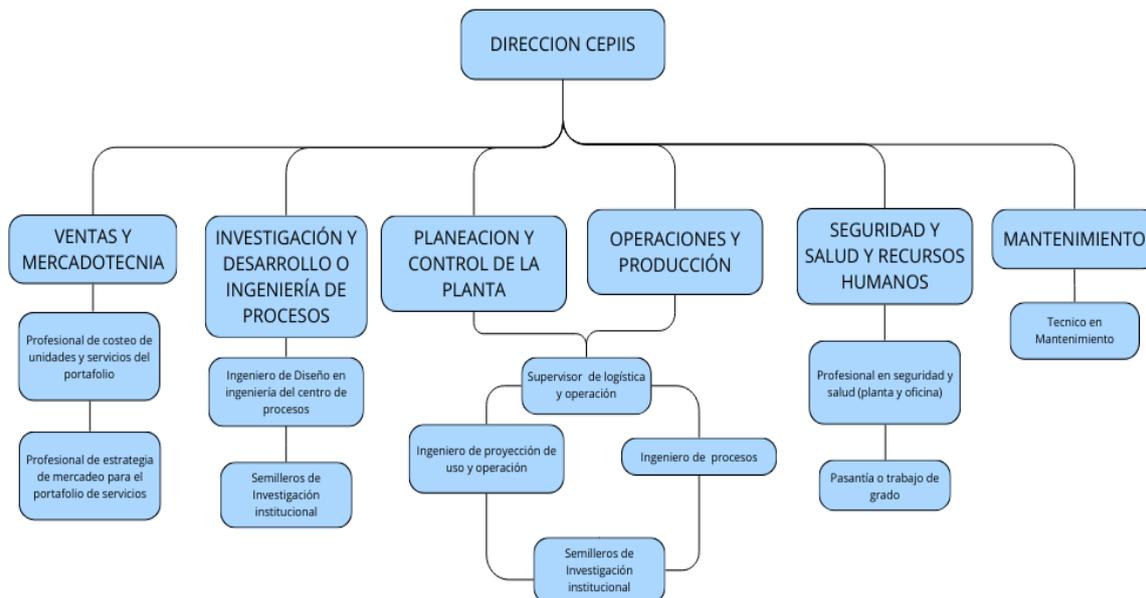
A continuación, se planteó esta alternativa de gestión de proyectos enfocada en proyectos de consultoría partiendo de la identificación de problemas en la industria y generando proyectos de Ingeniería Química, principalmente partiendo de la estructura organizacional adaptada al centro de procesos como planta química, mostrando los productos y actividades que se deben desarrollar de acuerdo a estas características encaminando el manual de funciones para dichos perfiles.[68]

### 4.2.1 Estructura Organizacional

En este se incluye el organigrama a nivel de Planta piloto ya que es el que debe aplicar una vez se dé el desarrollo de proyectos, sin embargo, también se presentará más adelante el diagrama matricial que se va dar de manera inmediata para llevar a cabo la puesta en marcha.

**Figura 18**

*.Estructura organizacional CEPIIS*



**Nota.** La figura 18 representa la estructura organizacional tipo planta piloto desarrollada para el centro de procesos del CEPIIS.

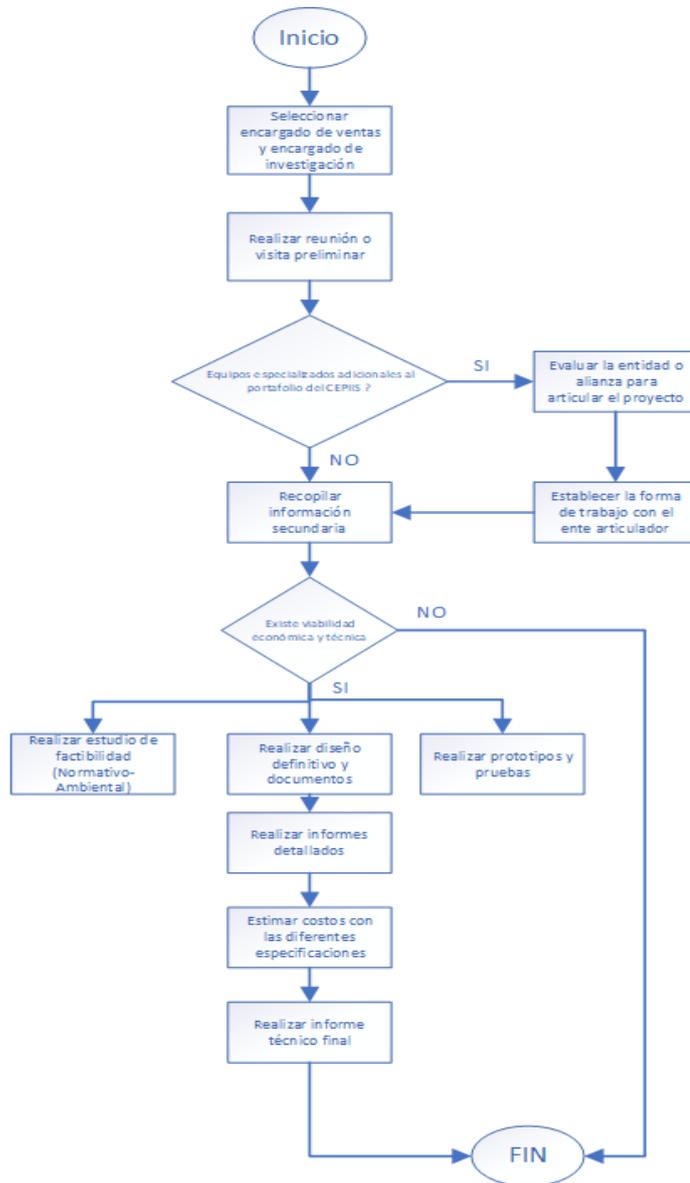
## **Requerimientos de Infraestructura**

Estos se deben plantear una vez se dé el inicio del proyecto y el tipo del mismo ya que dependiendo de eso se debe identificar los requerimientos del mismo y que tan involucrado se verán las instalaciones del CEPIS.

### ***4.2.2 Hoja de ruta para gestión de proyectos e identificación de necesidades***

**Figura 19.**

*Hoja de ruta para gestión de proyectos y direccionamiento del problema*



**Nota.** La figura 19 representa la hoja de ruta para gestión de proyectos y direccionamiento del problema, esta presenta cada una de las etapas y responsables para desarrollar un proyecto de consultoría.

### 4.2.3 Tipos de Proyecto

Desde la dirección del CEPIIS se plantea tener tres tipos en los que el centro se verá involucrado cabe resaltar que pueden ser cambiantes de acuerdo al desarrollo y al avance que vaya presentando el centro por ahora los proyectos que lo involucran son:

**Figura 20.**

*Esquema de participación en proyectos CEPIIS*



**Nota.** La figura 20 representa las posibles participaciones del CEPIIS a manera de engranaje o de funcionamiento conjunto.

#### **EJECUTOR**

El CEPIIS sería responsable de implementar y ejecutar las actividades específicas delineadas en un proyecto, asegurando su realización dentro de los plazos, objetivos y presupuestos establecidos.

#### **ARTICULADOR**

El CEPIIS como integrador estaría facilitando colaboración y coordinación entre varias áreas dentro de la universidad para llevar a cabo proyectos de manera conjunta y eficiente.

## **UNIDAD DE APOYO**

El CEPIIS actúa como unidad de soporte, estaría proporcionando servicios, conocimientos especializados o equipos dentro de la universidad, con el fin de fortalecer su capacidad.

### ***4.2.4 Ingeniería conceptual - Prefactibilidad***

#### **Alcance**

En esta fase se evalúan todas las posibilidades para darle viabilidad económica, lo cual requiere revisión e investigación previa del proyecto o de antecedentes del mismo, es por esto que se hace importante la revisión de necesidades y hoja de ruta del proyecto previa.

- Viabilidad económica
- Revisión, estudio, investigación
- Alternativas
- Viabilidad

#### **Actividades Consultoría**

Allí principalmente lo que posibilita el avance del proyecto o la culminación del mismo es la viabilidad económica del mismo, por eso se deben revisar costos de proyectos comparables para tener una evaluación económica preliminar.

- Estudios
- Costos
- Evaluación económica
- Presupuesto

#### **Productos**

Allí se empiezan a dividir las funciones y responsabilidades dentro del organigrama anteriormente mostrado, como son la matriz de riesgos donde se puede establecer un documento adaptado a nuestro contexto específico, encontrado planes para la contingencia y los responsables, y las actividades indispensables, que se deben desarrollar a continuación en la etapa de factibilidad donde los principales resultados de la evaluación anterior son:

- Matriz de riesgos clasificados
- Evaluación de riesgos
- Estimación de costos

#### ***4.2.5 Ingeniería Básica - Factibilidad***

##### **Alcance**

En esta etapa ya se debe tomar una decisión acerca de la alternativa y la línea sobre la que se van a realizar los diseños más elaborados, avanzando en aspectos, ambientales, sociales, económicos y financieros. Los temas que enmarcan esta etapa principalmente son:

- Pre Diseños detallados con aspectos (técnicos, ambientales, sociales y económicos)
- Estudio de redes
- Normatividad
- Impacto ambiental

##### **Actividades Consultoría**

Las actividades de consultoría en esta etapa principalmente son el prediseño de esquemas y diagramas contemplando la evaluación de la información anterior, esto implica informes periódicos ya que esta etapa exige ajustes frecuentes.

##### **Productos**

En esta etapa nuevamente se puede ver comprometida la continuidad del proyecto, es por esto que allí se deben consignadas las recomendaciones de todo tipo y el plan de trabajo para solucionar cada una de las mismas y sus responsables allí los documentos en cuestión principalmente son:

- Diagrama de Flujos de procesos

#### ***4.2.6 Ingeniería de detalle - Estudios y diseños definitivos***

##### **Alcance**

En esta etapa se deben realizar los diseños detallados requeridos, estos deben reunir un conjunto de especificaciones más rigurosas del diseño y de la operatividad de los mismos, también los planos y los diferentes bocetos, todo esto de la mano de las normatividades aplicables que permitan una operación segura y de acuerdo a las reglamentaciones.

##### **Consultoría**

Los diseños que se deben entregar a través de la parte de consultoría, requieren todos los ajustes necesarios de acuerdo a la experticia del mismo, que impida problemas a futuro de rediseño temprano en las unidades existentes, generando costos adicionales o problemas en el proceso.

## **Productos**

Los documentos, estudios y diseños que deben ser entregados y que den un marco importante para adelantar la parte de puesta en marcha del proyecto con la especificaciones y rigurosidad mencionada anteriormente al punto de ser diseños operacionales son:

### **4.3 Estructura organizacional y perfiles de acuerdo a min ciencias**

Como se planteó anteriormente una de las metas del CEPIIS es conseguir el reconocimiento de MINCIENCIAS como actor e Investigador en calidad de Centro de Innovación y Productividad, es por esto que se hace importante conocer la estructura que exigen los proyectos CTEI para adaptarlos a la estructura Organizacional de planta piloto del CEPIIS

#### ***4.3.1 Roles en los proyectos de CTeI***

### **Roles de las entidades participantes en el proyecto**

Las entidades participantes en los proyectos postulados, dependiendo de las funciones y tareas asignadas, tendrán uno de los siguientes roles:

**Ejecutor:** Es la entidad líder del proyecto, responsable de su ejecución técnica y financiera, así como del cumplimiento de los objetivos y resultados. Debe ser una empresa o persona natural contribuyente de renta.

**Co-ejecutor:** Participa directamente en el cumplimiento de los objetivos del proyecto bajo la coordinación del ejecutor. Pueden ser empresas, instituciones públicas o privadas, centros de investigación, entre otros.

**Actor Asociado:** Personas naturales o jurídicas reconocidas por MINCIENCIAS que acompañan a las empresas en proyectos de CTeI para acceder a beneficios tributarios. Deben realizar acciones relacionadas con el desarrollo, uso y difusión del conocimiento y la tecnología.

Respecto a los roles del personal:

**Personal Científico:** Realiza actividades directas de CTeI, como la planificación, ejecución y coordinación del proyecto. Incluye al Investigador Principal, Co-investigadores, Investigadores de Empresa y Desarrolladores de Software.

**Investigador principal:** Líder del proyecto, responsable de su planificación y gestión técnica. Aprueba cambios de personal y asegura el cumplimiento de los compromisos del proyecto.

**Co-investigador:** Experto temático que contribuye al proyecto desde su área de conocimiento.

**Desarrollador de software:** Persona encargada del desarrollo de software en el proyecto.

**Asesor:** Consultor externo experto en la temática del proyecto, cuyos servicios son contratados para brindar orientación y asesoramiento.

**Personal de Apoyo:** Realiza actividades indirectas de CTeI bajo supervisión del personal científico, como búsqueda bibliográfica, pruebas de validación, experimentos, entre otros.

- **Búsqueda bibliográfica y selección de material relevante:** Consiste en buscar y seleccionar información pertinente en archivos y bibliotecas para el proyecto.
- **Pruebas de validación de software:** Implica realizar pruebas para validar las primeras versiones del software desarrollado en el proyecto.
- **Realización de experimentos, pruebas y análisis:** Comprende llevar a cabo los experimentos y análisis necesarios para el desarrollo del proyecto.
- **Preparación de materiales y equipo para experimentos:** Implica la preparación de los materiales y equipo necesario para llevar a cabo los experimentos y pruebas del proyecto.
- **Registro de datos, cálculos y preparación de tablas y gráficos:** Consiste en registrar los datos obtenidos, realizar los cálculos necesarios y preparar tablas y gráficos relacionados con el proyecto.

- Realización de encuestas estadísticas y entrevistas: Implica llevar a cabo encuestas estadísticas y entrevistas necesarias para recopilar información relevante para el proyecto.[69]

#### **4.4 Estructura organizacional y perfiles CEPIIS**

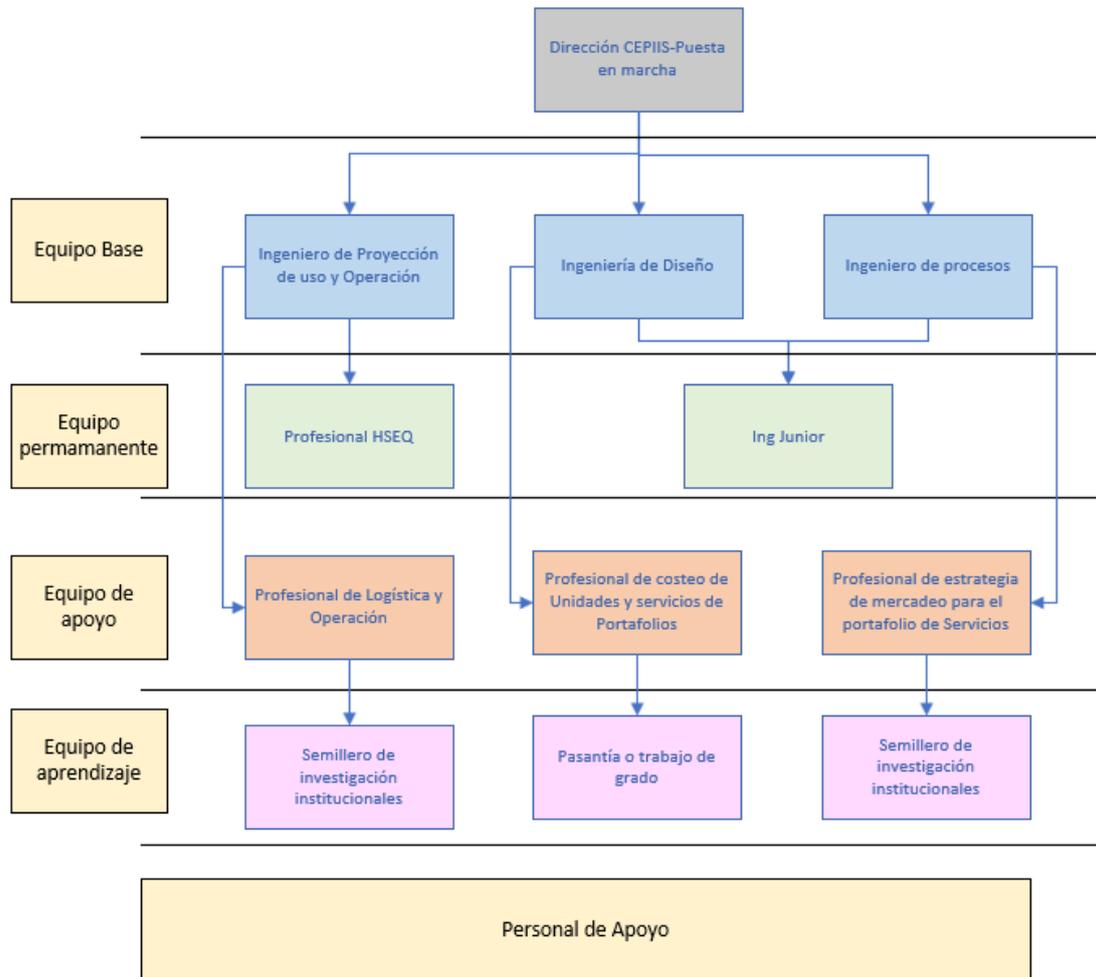
Para el funcionamiento y la operación del CEPIIS es necesario tener una estructura organizacional adaptada a las características del centro y a las actividades que engloban el proceso es por esto que desarrollo una propuesta para las diferentes etapas que se van a llevar a cabo desde la puesta en marcha, el relacionamiento con las demás dependencias de la universidad para esta instancia, y para un mediano y largo plazo se debe tener una estructura tipo planta piloto que soporte todas la operaciones y funciones que se requieren

##### ***4.4.1 Puesta En Marcha***

Se elabora esta matriz con los profesores y profesionales del CEPIIS teniendo en cuenta las necesidades del CEPIIS, esta únicamente tiene en cuenta los docentes que tiene horas de trabajo en el Centro ya que por ahora no existe un presupuesto adicional aprobado para el trabajo en el CEPIIS y de cargos que solo estén dedicados a funciones en el centro de procesos.

**Figura 21.**

*Organigrama puesto en marcha*



**Nota.** La figura 21 muestra el organigrama que se plantea inicialmente para el proceso de puesta en marcha.

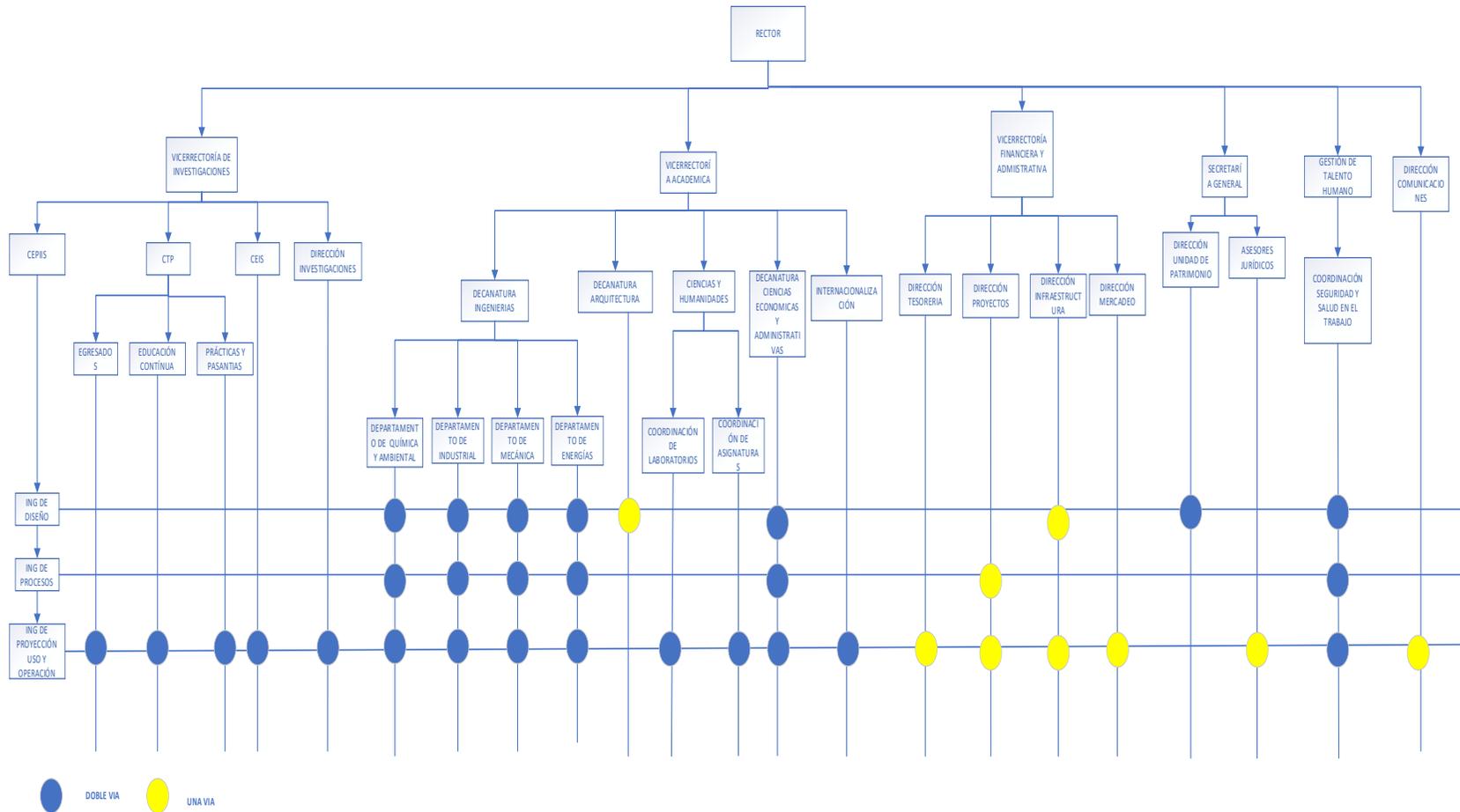
#### **4.4.2 Matriz Funcional Y De Relacionamiento**

Esta matriz se elaboró con el fin de implicar a cada uno de las dependencias de la Universidad que tuvieran injerencia en el CEPIIS de manera que sean de una vía (es decir que únicamente el CEPIIS requiere de sus procesos) o de doble vía (cuando los organismos requieren de actividades que realiza el otro), además se cruzó con las dependencias anteriormente mostradas como son Ingeniería de Diseño, Ingeniería de Proyección y operación e Ingeniería de procesos, todo esto para la puesta en marcha y actividades iniciales teniendo en cuenta que el CEPIIS

aún no cuenta con puestos de trabajo permanentes sino únicamente apoyo de docentes encargados.

**Figura 22.**

*Matriz Funcional Y De Relacionamiento CEPIIS y dependencia Universidad de América*



**Nota.** La figura 22 muestra la matriz funcional y de relacionamiento desarrollada para la puesta en marcha del CEPIIS para vincular a todas las áreas de la universidad.

#### ***4.4.3 Tipo Planta Industrial y a Largo Plazo***

Se realizó esta estructura tipo planta piloto y planta Química Industrial para que esto se aplique en un mediano a largo plazo una vez se puedan adoptar nuevos cargos permanentes y directos del CEPIIS, todo esto soportado por las áreas ya existentes en las principales dependencias que se muestran la estructura para la puesta en marcha, allí se añaden temas como el supervisor de logística (este cargo como se puede ver en el organigrama influye y tiene una importancia en el proceso que va ser mejor especificada en el manual de funciones) y operación, mantenimiento entre otros, todo esto apoyado por la asesoría de profesionales en la operación de procesos Industriales con conocimiento en seguridad y gestión de riesgos.[70]

La figura se encuentra en el apartado de gestión de proyectos como **Figura 15. Estructura Organizacional CEPIIS.**

#### **4.5 Manual de funciones**

De acuerdo al organigrama planteado desde las características de una planta piloto o planta industrial se desarrolló el manual de funciones para cada uno de los perfiles, dependencias y las áreas que se requieren para su correcto funcionamiento y desarrollo.

De acuerdo con el estudio de la Norma NTC 6001 es necesario diseñar e implementar manuales administrativos, en los cuales se definirá la gestión que agrupa las principales actividades y tareas dentro del CEPIIS.

Dicho manual contempla los objetivos y funciones de cada uno de los cargos los cuales se establecen desde la estrategia de gestión proyectos y la hoja de ruta para alianzas estratégicas donde subyacen diferentes tareas y actividades para dar consecución a estas alternativas trazadas.

Para la realización del manual se realizó una revisión bibliográfica de diferentes trabajos con características similares donde se extrajeron los factores y características determinantes para la realización del mismo, también se tomaron conceptos importantes de los directores del proyecto con experiencia en el tema y para darle más valor a dicha actividad se tomó como insumo importante la visita de David Harrick importante ingeniero Químico con importante

trabajo en área y seguridad y salud pero que a su vez realizó distintos aportes al tema estructura organizacional y logística operacional del centro.[71]

**Tabla 22.**

*Manual de funciones director del CEPIIS*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>1</b>
<b>DIRECTOR DEL CEPIIS</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: DIRECTOR DEL CEPIIS</p> <p>2. Nivel: 1</p> <p>3. Nombre alterno: DIRECTOR DEL CEPIIS</p> <p>4. Dependencia jerárquica: Vicerrectoría de Investigaciones (fuera de la estructura organizacional)</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Planear y Ejecutar la estrategia completa de forma que se mantenga como una empresa autosostenible y en crecimiento permanente. Innovar constantemente sobre la oferta de Valor y los procesos de operación para que estos mejoren constantemente. Establecer los objetivos de la empresa y divulgarlos. Apoyar continuamente para que estos puedan ser cumplidos y supervisar la ejecución de la estrategia implementando cambios ó mejoras.</p>		
<b>PERFILES DEL CARGO</b>		
<b>EDUCACIÓN</b>	Profesional en Ingeniería Industrial o carreras afines	
<b>FORMACIÓN</b>	Conocimiento en supervisión de procesos industriales ejerciendo roles importantes para toma de decisiones	

<b>EXPERIENCIA</b>	Cuatro (4) años en cargos similares, con experiencia en procesos industriales con características similares
<b>FUNCIONES DEL CARGO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer la estrategia completa de la empresa y sus indicadores de medición desde nivel general hasta la aprobación de los detalles.</li> <li>2. Ejecutar la Planeación estratégica aprobada anualmente.</li> <li>3. Tomar decisiones para la solución de problemas y mejora continua.</li> <li>4. Reportar el Estado de la empresa frente a los organismos de control.</li> <li>5. Gestionar las Gerencias de la empresa.</li> <li>6. Monitorear, Controlar y Gestionar a diario sobre el desempeño de la empresa.</li> <li>7. Mantenimiento de los sistemas de Calidad y Mejora continua de la empresa. 8. Planear, proponer, aprobar, dirigir, coordinar y controlar las actividades comerciales, administrativas, operativas y financieras de la Empresa, así como resolver los asuntos que requieran su intervención.</li> <li>9. Proponer el presupuesto de ventas y de gastos; administrarlo, controlando desvíos, a fin de orientar su uso hacia los objetivos establecidos.</li> <li>10. Mantener en óptimas condiciones las instalaciones, mobiliario y equipo existente.</li> <li>11. Dirigir, Supervisar y Controlar al personal a su cargo.</li> <li>12. Cumplir y hacer cumplir el reglamento interno de trabajo.</li> </ol>	

*Nota.* La tabla 22 muestra el manual de funciones para el director del CEPIIS.

**Tabla 23.***Manual de funciones Supervisor de Logística y Operación*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>2</b>
<b>SUPERVISOR DE LOGÍSTICA Y OPERACIÓN</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: <b>SUPERVISOR DE LOGÍSTICA Y OPERACIÓN</b></p> <p>2. Nivel: 1</p> <p>3. Nombre alterno: SUPERVISOR DE PLANTA</p> <p>4. Dependencia jerárquica: DIRECTOR DEL CEPIIS</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa e indirecta: directa 2 / indirecta 1</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Garantizar que todos los procesos y operaciones se realicen de manera segura, cumpliendo con los estándares de seguridad establecidos por la universidad y las regulaciones pertinentes.</li> <li>2. Maximizar la eficiencia en la utilización de recursos, tiempo y espacio dentro de la planta piloto, optimizando los procesos logísticos y operativos.</li> <li>3. Asegurar que todas las actividades y tareas se lleven a cabo de acuerdo con la programación establecida por los directores o ingenieros, cumpliendo con los plazos y entregables previstos.</li> <li>4. Facilitar la comunicación y coordinación entre los diferentes equipos y departamentos involucrados en los proyectos, asegurando una ejecución fluida de las operaciones.</li> </ol>		
<b>PERFILES DEL CARGO</b>		
<b>EDUCACIÓN</b>	Profesional en Ingeniería Industrial o carreras afines	

<b>FORMACIÓN</b>	Conocimiento en supervisión de procesos industriales ejerciendo roles importantes para toma de decisiones
<b>EXPERIENCIA</b>	Cuatro (4) años en cargos similares, con experiencia en procesos industriales con características similares
<b>FUNCIONES DEL CARGO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Supervisar las actividades diarias en la planta piloto, asegurando que se realicen de acuerdo con los procedimientos establecidos y las normas de seguridad.</li> <li>2. Coordinar la recepción, almacenamiento y distribución de materiales y equipos necesarios para los proyectos, asegurando que estén disponibles en el momento adecuado y en las cantidades necesarias, siendo responsable del almacén, transportes y logística en general.</li> <li>3. Realizar un seguimiento de los niveles de inventario de los materiales y equipos, asegurando que se mantengan en niveles óptimos para evitar escasez o exceso de existencias.</li> <li>4. Capacitar al personal en los procedimientos de seguridad y operación, y supervisar su desempeño para garantizar el cumplimiento de los estándares establecidos.</li> <li>5. identificar y abordar cualquier problema o desafío que surja durante las operaciones, trabajando en conjunto con los equipos para encontrar soluciones efectivas y minimizar impactos en el progreso del proyecto.</li> <li>6. Proponer y participar en iniciativas de mejora continua para optimizar los procesos logísticos y operativos, aumentando la eficiencia y reduciendo los riesgos.</li> <li>7. Mantener registros precisos de todas las actividades y operaciones realizadas en la planta piloto, proporcionando informes periódicos a los directores o ingenieros encargados.</li> </ol>	

**Nota.** La tabla 23 muestra el manual de funciones para el supervisor de Logística y operación.

**Tabla 24.**

*Manual de funciones Ingeniero de Proyección Uso y Operación*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>3</b>
<b>INGENIERO DE PROYECCIÓN USO Y OPERACIÓN</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: <b>INGENIERO DE PROYECCIÓN USO Y OPERACIÓN</b></p> <p>2. Nivel: 3</p> <p>3. Nombre alterno: Ingeniero de planeación y control</p> <p>4. Dependencia jerárquica: Supervisor de operación y control</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: 3</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa: Semilleros de investigación institucional</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar y diseñar los procesos y operaciones dentro de la planta piloto para garantizar su eficacia y seguridad.</li> <li>2. Maximizar la utilización de los recursos disponibles, incluyendo equipos, materiales y personal, para lograr los objetivos del proyecto de manera eficiente.</li> <li>3. Garantizar que todas las operaciones se realicen de acuerdo con los estándares de seguridad establecidos, minimizando los riesgos para el personal y el entorno.</li> <li>4. Asegurar que todas las actividades y tareas se lleven a cabo de acuerdo con la programación establecida por los directores o ingenieros encargados del proyecto.</li> </ol>		
<b>PERFILES DEL CARGO</b>		
<b>EDUCACIÓN</b>	Profesional en Ingeniería Química e Industrial	

<b>FORMACIÓN</b>	Conocimiento en planeación y gestión de procesos químicos
<b>EXPERIENCIA</b>	Cuatro (4) años en cargos similares
<b>FUNCIONES DEL CARGO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar planes detallados para la implementación de procesos y operaciones dentro de la planta piloto, teniendo en cuenta los requisitos del proyecto y los estándares de seguridad.</li> <li>2. Seleccionar y evaluar los equipos necesarios para llevar a cabo los procesos piloto, asegurando que cumplan con los requisitos técnicos y de seguridad.</li> <li>3. Supervisar la implementación de los procesos y operaciones en la planta piloto, asegurando que se lleven a cabo de acuerdo con los planes establecidos y los estándares de seguridad.</li> <li>4. Identificar oportunidades de mejora en los procesos y operaciones existentes, proponiendo y desarrollando soluciones para aumentar la eficiencia y la calidad de los resultados.</li> <li>5. Mantener registros detallados de todas las actividades y operaciones realizadas en la planta piloto, proporcionando informes regulares a los directores o ingenieros encargados del proyecto.</li> </ol>	

**Nota.** La tabla 24 muestra el manual de funciones para el director del CEPIIS.

**Tabla 25.***Manual de funciones Ingeniero de Procesos*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>4</b>
<b>INGENIERO DE PROCESOS</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: <b>INGENIERO DE PROCESOS</b></p> <p>2. Nivel: 3</p> <p>3. Nombre alterno: INGENIERO DE PRODUCCIÓN</p> <p>4. Dependencia jerárquica: Supervisor de Operación y producción</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa: Semilleros de investigación institucional</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Mejorar la eficiencia y la productividad de los procesos de transformación, químicos, purificación y refinación en la planta piloto.</p> <p>Asegurar que los productos obtenidos cumplan con los estándares de calidad establecidos, tanto en términos de pureza química como de rendimiento.</p> <p>Velar por la seguridad del personal, el equipamiento y el medio ambiente durante todas las etapas de los procesos de producción.</p> <p>Optimizar el consumo de energía en los procesos de producción, buscando reducir costos y minimizar el impacto ambiental.</p> <p>Buscar constantemente nuevas tecnologías y métodos para mejorar los procesos de producción y aumentar la competitividad de la planta piloto.</p>		

<b>PERFILES DEL CARGO</b>	
<b>EDUCACIÓN</b>	Profesional en Ingeniería Química
<b>FORMACIÓN</b>	Conocimiento en procesos Químicos, de transformación, purificación y refinación
<b>EXPERIENCIA</b>	Cuatro (4) años en cargos similares
<b>FUNCIONES DEL CARGO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar y desarrollar los procesos de transformación, químicos, purificación y refinación en la planta piloto, teniendo en cuenta los principios de la ingeniería de procesos.</li> <li>2. Ajustar y optimizar los parámetros de los procesos para maximizar la eficiencia y la calidad del producto final.</li> <li>3. Seleccionar y especificar el equipamiento necesario para llevar a cabo los procesos de producción, asegurando su idoneidad y compatibilidad con los requerimientos del proyecto.</li> <li>4. Implementar sistemas de control de calidad para monitorear y garantizar la calidad de los productos en todas las etapas del proceso de producción.</li> <li>5. Desarrollar y aplicar métodos para el tratamiento y la gestión de residuos generados durante los procesos de producción, cumpliendo con las regulaciones ambientales pertinentes.</li> <li>6. Establecer programas de mantenimiento preventivo para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos y prevenir interrupciones en la producción.</li> <li>7. Recopilar y analizar datos operativos para identificar áreas de mejora en los procesos de producción y tomar decisiones informadas para optimizar el rendimiento.</li> <li>8. Mantener registros detallados de todas las actividades relacionadas con los procesos de producción y preparar informes periódicos sobre el desempeño y los resultados obtenidos.</li> </ol>	

9. Auditar y verificar constantemente los procesos por normativas de calidad y de ser necesario de muestreo que garanticen el cumplimiento en cada una de sus operaciones.

*Nota.* La tabla 25 muestra el manual de funciones para el ingeniero de procesos.

**Tabla 26.***Manual de funciones Profesional de Seguridad y Salud*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>5</b>
<b>PROFESIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: <b>PROFESIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD</b></p> <p>2. Nivel: 3</p> <p>3. Nombre alterno: Profesional HSEQ</p> <p>4. Dependencia jerárquica: DIRECTOR DEL CEPIIS</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa: Ninguno</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Elaborar y actualizar políticas de seguridad y salud ocupacional.</p> <p>Implementar procedimientos específicos para actividades de la planta piloto.</p> <p>Realizar inspecciones regulares de la planta piloto para identificar riesgos.</p> <p>Desarrollar e impartir programas de capacitación para estudiantes, profesores y personal técnico.</p> <p>Asegurar la disponibilidad y uso correcto de los EPP adecuados.</p> <p>Garantizar que todas las operaciones cumplan con las normativas locales, nacionales e internacionales de seguridad y salud ocupacional.</p>		
<b>PERFILES DEL CARGO</b>		

<b>EDUCACIÓN</b>	Profesional en Ingeniería Industrial o carreras afines, y debe contar con su respectiva Licencia de Seguridad y Salud en el trabajo
<b>FORMACIÓN</b>	Conocimiento en procesos de Seguridad, Salud y Análisis de Riesgos en procesos de Industriales y de Planta piloto
<b>EXPERIENCIA</b>	Cuatro (4) años en cargos similares
<b>FUNCIONES DEL CARGO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Minimizar la tasa de accidentes e incidentes mediante la implementación de medidas de seguridad efectivas.</li> <li>2. Garantizar que la planta piloto sea un lugar seguro para estudiantes, profesores y personal, reduciendo los riesgos laborales.</li> <li>3. Asegurar que todas las actividades cumplan con las normativas y estándares de seguridad y salud ocupacional aplicables.</li> <li>4. Crear una cultura de seguridad entre todos los usuarios de la planta, fomentando la responsabilidad y la conciencia sobre la importancia de la seguridad.</li> <li>5. Garantizar que todos los usuarios de la planta piloto utilicen correctamente los equipos de protección personal necesarios.</li> <li>6. Optimizar el diseño de las estaciones de trabajo para prevenir lesiones y mejorar el confort de los usuarios.</li> <li>7. Desarrollar una capacidad de respuesta rápida y eficaz ante emergencias, garantizando la seguridad de todos en la planta piloto.</li> </ol>	

**Nota.** La tabla 26 muestra el manual de funciones para el profesional de seguridad y salud.

**Tabla 27.**

*Manual de funciones Técnico de Mantenimiento*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>6</b>
<b>TÉCNICO DE MANTENIMIENTO</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: <b>TÉCNICO DE MANTENIMIENTO</b></p> <p>2. Nivel: 3</p> <p>3. Nombre alterno: Profesional de Mantenimiento</p> <p>4. Dependencia jerárquica: DIRECTOR DEL CEPIIS</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa: Ninguno</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Asegurar que todos los equipos y sistemas de la planta piloto estén en funcionamiento óptimo para evitar interrupciones en las actividades educativas y de investigación.</li> <li>● Mejorar la eficiencia y rendimiento de los equipos mediante un mantenimiento regular y la implementación de mejoras técnicas.</li> <li>● Reducir al mínimo los tiempos de inactividad no planificados mediante la realización de un mantenimiento preventivo y correctivo eficaz.</li> <li>● Asegurar que todos los equipos y sistemas cumplan con las normativas de seguridad y operativas establecidas.</li> <li>● Mantener registros detallados de todas las actividades de mantenimiento, incluyendo procedimientos, intervenciones y mejoras realizadas.</li> <li>● Proporcionar soporte técnico a estudiantes y profesores para la realización de experimentos y proyectos en la planta piloto.</li> <li>● Asegurar que todas las actividades de mantenimiento se realicen de manera segura,</li> </ul>		

protegiendo tanto al personal como a los equipos.

### **PERFILES DEL CARGO**

<b>EDUCACIÓN</b>	Técnico o tecnólogo en Mantenimiento de Equipos industriales con características similares al centro de Procesos
<b>FORMACIÓN</b>	Conocimiento en Mantenimiento y reparación de Equipos industriales de transformación, purificación y refinación
<b>EXPERIENCIA</b>	Cuatro (4) años en cargos similares

### **FUNCIONES DEL CARGO**

1. Realizar inspecciones regulares y mantenimiento preventivo de todos los equipos y sistemas.
2. Reparar o reemplazar componentes defectuosos para garantizar la operatividad de los equipos.
3. Instalar y configurar nuevos equipos y sistemas en la planta piloto.
4. Identificar y diagnosticar fallas técnicas en equipos y sistemas.
5. Mantener registros detallados de todas las actividades de mantenimiento, incluyendo procedimientos realizados, repuestos utilizados y horas de trabajo.
6. Proporcionar capacitación y apoyo técnico a estudiantes y personal académico sobre el uso y mantenimiento básico de los equipos.
7. Garantizar que todas las actividades de mantenimiento cumplan con las normas de seguridad.
8. Estar disponible para responder rápidamente a emergencias técnicas que puedan surgir en la planta piloto.
9. Implementar planes de contingencia y acciones correctivas en situaciones de emergencia.

*Nota.* La tabla 27 muestra el manual de funciones para el técnico de mantenimiento.

**Tabla 28.***Manual de funciones Ingeniero de Diseño*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>7</b>
<b>INGENIERO DE DISEÑO</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: <b>INGENIERO DE DISEÑO</b></p> <p>2. Nivel: 2</p> <p>3. Nombre alterno: Ingeniería de Procesos</p> <p>4. Dependencia jerárquica: DIRECTOR DEL CEPIIS</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa: Ninguno</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrollar e implementar nuevas tecnologías, procesos y productos en la planta piloto.</li> <li>● Mejorar la eficiencia y efectividad de los procesos actuales mediante la investigación y la aplicación de nuevas técnicas y tecnologías.</li> <li>● Proporcionar soporte técnico y académico a estudiantes y profesores en sus proyectos de investigación y experimentos.</li> <li>● Asegurar que todas las actividades de investigación y desarrollo cumplan con las normativas y estándares de seguridad y calidad.</li> <li>● Publicar y presentar los resultados de las investigaciones y desarrollos en conferencias, revistas académicas y otros medios.</li> <li>● Promover y participar en proyectos colaborativos con otros departamentos y disciplinas dentro de la universidad y con entidades externas.</li> <li>● Planificar, coordinar y gestionar proyectos de investigación y desarrollo desde su concepción hasta su implementación.</li> </ul>		

<b>PERFILES DEL CARGO</b>	
<b>EDUCACIÓN</b>	Profesional en Ingeniería Química
<b>FORMACIÓN</b>	Conocimiento en áreas de Investigación y Desarrollo, realizando proyectos de Diseño en plantas Químicas
<b>EXPERIENCIA</b>	Cuatro (4) años en cargos similares
<b>FUNCIONES DEL CARGO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Llevar a cabo investigaciones para desarrollar nuevas tecnologías, productos o procesos.</li> <li>● Diseñar y construir prototipos de nuevos equipos, procesos o productos.</li> <li>● Analizar y mejorar los procesos existentes para aumentar la eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad.</li> <li>● Proporcionar asesoramiento técnico a estudiantes, profesores y otros investigadores.</li> <li>● Planificar y coordinar proyectos de investigación y desarrollo, incluyendo la gestión de recursos y tiempos.</li> <li>● Documentar detalladamente los procedimientos, resultados y conclusiones de las investigaciones y desarrollos.</li> <li>● Publicar artículos en revistas científicas y presentar los resultados de las investigaciones en conferencias y seminarios.</li> <li>● Asegurar que todas las actividades de investigación y desarrollo cumplan con las normativas de seguridad, calidad y éticas.</li> <li>● Trabajar en colaboración con otros departamentos y disciplinas para promover la innovación y el desarrollo de proyectos conjuntos.</li> <li>● Participar en la formación y capacitación de estudiantes y personal en técnicas y metodologías de investigación y desarrollo.</li> <li>● Cumplir el rol de Investigador principal o de co-investigador para proyectos tipo centro de innovación y productividad.</li> </ul>	

*Nota.* La tabla 28 muestra el manual de funciones para el ingeniero de diseño.

**Tabla 29.**

*Manual de funciones Profesional de Costeo de Unidades*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS</b> <b>ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>8</b>
<b>Profesional de Costeo de Unidades y servicios del Portafolio</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: <b>Profesional de Costeo de Unidades y servicios del Portafolio</b></p> <p>2. Nivel: 2</p> <p>3. Nombre alterno: Profesional de Ventas</p> <p>4. Dependencia jerárquica: DIRECTOR DEL CEPIIS</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa: Ninguno</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar oportunidades para reducir costos y mejorar la eficiencia en la producción de unidades y prestación de servicios.</li> <li>● Asegurar la exactitud en la asignación de costos a diferentes unidades y servicios para reflejar adecuadamente los gastos incurridos.</li> <li>● Proveer informes financieros claros y detallados que faciliten la toma de decisiones informadas por parte de la administración.</li> <li>● Facilitar el proceso de toma de decisiones estratégicas proporcionando datos precisos y análisis de costos detallados.</li> <li>● Garantizar que todas las prácticas de costeo cumplan con las normativas contables y financieras vigentes.</li> <li>● Contribuir a la formación de estudiantes y personal en temas relacionados con el costeo y la gestión financiera.</li> <li>● Adoptar y promover mejores prácticas en la gestión de costos y la eficiencia</li> </ul>		

operativa dentro de la planta piloto.	
<b>PERFILES DEL CARGO</b>	
<b>EDUCACIÓN</b>	Profesional en Contabilidad, Finanzas, Economía, Administración de Empresas o un campo relacionado.
<b>FORMACIÓN</b>	Profundo conocimiento de principios y prácticas contables, especialmente en costeo y presupuestación.  Experiencia en entornos de fabricación o producción
<b>EXPERIENCIA</b>	Cuatro (4) años en cargos similares
<b>FUNCIONES DEL CARGO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar análisis detallados de costos para diferentes unidades y servicios de la planta piloto.</li> <li>2. Identificar y evaluar los factores que contribuyen a los costos totales.</li> <li>3. Desarrollar y aplicar metodologías precisas para la asignación de costos directos e indirectos.</li> <li>4. Asegurar la correcta imputación de costos a cada proyecto, unidad o servicio.</li> <li>5. Elaborar presupuestos detallados para las operaciones de la planta piloto.</li> <li>6. Preparar informes financieros periódicos que detallan los costos incurridos y comparen los costos proyectados con los reales.</li> <li>7. Participar en auditorías internas y externas para asegurar el cumplimiento de las políticas y regulaciones financieras.</li> <li>8. Colaborar con otros departamentos para identificar e implementar mejoras en los procesos operativos que reduzcan costos y aumenten la eficiencia.</li> </ol>	

**Nota.** La tabla 29 muestra el manual de funciones para el profesional de costeo de unidades y servicios del portafolio.

**Tabla 30.***Manual de funciones Profesional de Mercadeo*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>9</b>
<b>PROFESIONAL DE ESTRATEGIA DE MERCADEO</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: <b>PROFESIONAL DE ESTRATEGIA DE MERCADEO</b></p> <p>2. Nivel: 2</p> <p>3. Nombre alterno: Profesional de Mercadotecnia</p> <p>4. Dependencia jerárquica: DIRECTOR DEL CEPIIS</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa: Ninguno</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Crear estrategias integrales de marketing que alineen los objetivos de la organización con las tendencias del mercado y las necesidades del cliente.</li> <li>● Definir objetivos de marketing claros y medibles para aumentar la visibilidad y la participación en el mercado.</li> <li>● Mejorar el reconocimiento y la reputación de la marca a través de campañas efectivas y coherentes.</li> <li>● Desarrollar estrategias para generar leads de calidad y convertirlos en clientes leales.</li> <li>● Implementar herramientas y métricas para medir el rendimiento de las estrategias de marketing.</li> <li>● Mantenerse actualizado sobre las tendencias del mercado y las tecnologías emergentes.</li> </ul>		
<b>PERFILES DEL CARGO</b>		

<b>EDUCACIÓN</b>	Preferiblemente con un MBA o una maestría en Marketing, Estrategia Empresarial, o disciplinas relacionadas.
<b>FORMACIÓN</b>	Experiencia en industrias relevantes para la empresa, como tecnología, bienes de consumo, servicios, etc.
<b>EXPERIENCIA</b>	2 a 3 años en un rol de estrategia de marketing.
<b>FUNCIONES DEL CARGO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar estudios de mercado para identificar oportunidades, amenazas y tendencias.</li> <li>2. Analizar la competencia y el comportamiento del consumidor para guiar las estrategias de marketing.</li> <li>3. Planificar, ejecutar y gestionar campañas de marketing en múltiples canales (digitales y tradicionales).</li> <li>4. Coordinar con equipos creativos y de contenido para desarrollar materiales de marketing atractivos y efectivos.</li> <li>5. Supervisar y optimizar la presencia en línea de la empresa, incluyendo el sitio web, redes sociales y plataformas de publicidad digital.</li> <li>6. Implementar estrategias de SEO/SEM para mejorar la visibilidad en motores de búsqueda.</li> <li>7. Trabajar estrechamente con los equipos de ventas, productos y atención al cliente para asegurar la alineación de las estrategias de marketing con los objetivos comerciales.</li> <li>8. Asignar y gestionar el presupuesto de marketing de manera eficiente para maximizar el ROI.</li> <li>9. Analizar el rendimiento de las campañas de marketing utilizando herramientas de análisis y métricas clave.</li> <li>10. Gestionar y fortalecer la identidad de la marca a través de estrategias de comunicación coherentes.</li> </ol>	

**Nota.** La tabla 30 muestra el manual de funciones para el profesional de estrategia de mercadeo.

**Tabla 31.***Manual de funciones Semilleros de Investigación*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>10</b>
<b>SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: Semilleros de Investigación Institucional</p> <p>2. Nivel: 3</p> <p>3. Nombre alterno: Grupo de Investigación</p> <p>4. Dependencia jerárquica: Profesional de acuerdo al trabajo</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa: Ninguno</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Impulsar la cultura de investigación entre los estudiantes y docentes, promoviendo la participación activa en proyectos innovadores.</p> <p>Mejorar las habilidades de investigación, análisis crítico y resolución de problemas de los participantes.</p> <p>Contribuir al avance del conocimiento científico y técnico en áreas relacionadas con la planta piloto.</p> <p>Establecer vínculos con la industria para realizar investigaciones aplicadas y relevantes.</p> <p>Publicar y difundir los resultados de las investigaciones en revistas científicas, conferencias y otros medios académicos.</p> <p>Desarrollar y probar prototipos y soluciones innovadoras en la planta piloto.</p>		

### **PERFILES DEL CARGO**

Estudiantes de pregrado o posgrado en áreas afines a la planta piloto (ingeniería, ciencias, tecnología, etc.).

Motivación y pasión por la investigación y el desarrollo tecnológico.

### **FUNCIONES DEL CARGO**

- Identificar y formular proyectos de investigación en áreas clave.
- Establecer objetivos y metodologías claras para cada proyecto.
- Organizar talleres, seminarios y cursos para mejorar las habilidades de investigación de los miembros.
- Fomentar la participación en congresos y eventos académicos.
- Gestionar el uso de instalaciones y equipos de la planta piloto.
- Establecer alianzas con otras universidades, centros de investigación y empresas.
- Redactar y publicar artículos científicos en revistas especializadas.
- Desarrollar y probar nuevos prototipos y soluciones tecnológicas.
  
- Los estudiantes deben participar como co-investigadores o llegado el caso como investigadores, deben desarrollar temas de software y de asesoría o como personal de apoyo para cumplir con la realización de proyectos como centro de innovación y productividad.

**Nota.** La tabla 31 muestra el manual de funciones para el semillero de investigación.

**Tabla 32.**

*Manual de funciones Pasantía o Proyecto de Grado*

	<b>CEPIIS UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	
	<b>MANUAL DE FUNCIONES POR PROCESOS ÁREA O DEPENDENCIA</b>	<b>11</b>
<b>PASANTÍA O TRABAJO DE GRADO</b>		
<p>1. Denominación del Cargo: Pasantía o Trabajo de grado</p> <p>2. Nivel: 3</p> <p>3. Nombre alterno: Tesistas</p> <p>4. Dependencia jerárquica: Profesional de acuerdo al trabajo</p> <p>5. Número de cargos con la misma denominación dentro de la unidad: Ninguno</p> <p>6. Cargos bajo su dependencia directa: Ninguno</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Evaluar el estado actual de un proceso o sistema dentro de la planta piloto.</li> <li>● Desarrollar y testear un prototipo o modelo para mejorar o innovar en un proceso específico.</li> <li>● Aplicar soluciones prácticas y evaluar su impacto en el rendimiento de la planta piloto.</li> <li>● Analizar los resultados obtenidos para determinar la efectividad de las soluciones implementadas.</li> <li>● Proponer mejoras y recomendaciones basadas en los resultados del proyecto.</li> <li>● Compartir los hallazgos y experiencias con la comunidad académica y profesional a través de presentaciones, publicaciones y seminarios.</li> </ul>		
<b>PERFILES DEL CARGO</b>		
Estudiantes de últimos semestres de pregrado o estudiantes de posgrado en áreas		

relacionadas con la planta piloto (ingeniería, ciencias, tecnología, etc.).  
Dominio de los conceptos fundamentales de su área de estudio.

### **FUNCIONES DEL CARGO**

1. Facilitar la aplicación práctica de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera en un entorno real de una planta piloto.
2. Fomentar el desarrollo de habilidades técnicas específicas y competencias profesionales necesarias para el campo laboral.
3. Promover la capacidad de investigación y resolución de problemas mediante la participación en proyectos reales y relevantes.
4. Incentivar la innovación y la búsqueda de soluciones para mejorar procesos y productos en la planta piloto.
5. Facilitar el trabajo en equipo y la integración de conocimientos de distintas disciplinas.
6. Generar nuevo conocimiento que pueda ser útil para la industria y la academia a través de la investigación aplicada.

*Nota.* La tabla 32 muestra el manual de funciones para pasantía o trabajo de grado

## **4.6 Reglamento interno CEPIIS**

Dados los requerimientos de seguridad y normas que deben existir en los espacios del CEPIIS, se crea el siguiente reglamento con el fin de garantizar la seguridad y establecer las funciones de dicho espacio tipo planta piloto [72]

### **4.6.1. Disposiciones Generales**

A continuación, se redactan los objetivos por medio de estos se redacta el propósito del reglamento en cuestión, para cumplir las disposiciones de la Universidad:

1. Facilitar las actividades y realización de proyectos en los que el CEPIIS se vea involucrado como ejecutor, articulador o unidad de apoyo desde la Facultad de Ingeniería, en procesos de investigación, formación y extensión.

2. Emplear de forma adecuada y efectiva, las unidades (equipos, material, Materias primas y muestras) con las cuentas el CEPIIS
3. Por ninguna razón afectar las instalaciones o equipos prematuramente, por desconocimiento o mal manejo
4. Dar prioridad a la seguridad de todas las personas que realizan actividades en el laboratorio, así como de sus visitantes.

#### ***4.6.2 Deberes Generales de quien ingresa al CEPIIS.***

1. Seguir las directrices establecidas en este reglamento.
2. Mantener y promover buenas prácticas profesionales.
3. Preservar y utilizar adecuadamente la infraestructura y los equipos del laboratorio.
4. Tratar con respeto a todas las personas presentes en el laboratorio.
5. No interferir con las actividades ni el equipo de otros usuarios.
6. Adherirse a las normas de seguridad para evitar accidentes.
7. Usar las instalaciones del laboratorio solo para las actividades destinadas.
8. No ingresar al laboratorio bajo la influencia de alcohol o sustancias alucinógenas.
9. Llevar los equipos de protección personal (EPP) necesarios.
10. Informar su horario de trabajo al supervisor y, si trabaja fuera del horario regular, registrar su entrada y salida en la hoja de registro y obtener las autorizaciones necesarias.
11. Observar todas las normas y reglamentos institucionales.

#### ***4.6.3. Deberes específicos del personal del laboratorio***

- 1. Supervisor de logística y operación:**
  - A. Supervisar el correcto funcionamiento de la Planta
  - B. Garantizar la gestión y buen uso de equipos, recursos, residuos y espacios físicos del mismo
  - C. Incentivar el cumplimiento de normas de seguridad Industrial que sean indicadas por el profesional del área en un proceso constante de mejoramiento
  - D. Velar por el cumplimiento de los deberes por parte de todos los usuarios del CEPIIS

- E. Autorizar por escrito el ingreso según se requiera (profesor, trabajo de grado, pasantía, semillero de investigación, ), en el caso de la adjudicación de proyectos industriales o entidades externas se planea realizar un sistema de certificación
- F. Buscar alternativas para mantener la confidencialidad con actores externos respecto a proyectos que están en desarrollo
- G. Asegurar la utilización de elementos de seguridad (EPP) de todas las personas que ingresen a la planta, este debe corroborar su disponibilidad
- H. Velar por las actividades seguras y supervisar todas las actividades que allí se realicen, siempre se deben encontrar mínimo 2 personas
- I. Asegurar el cumplimiento de los Manuales de operación específicos para cada unidad o actividad adicional que requiera la operación
- J. Evitar la presencia de gases tóxicos en espacios cerrados o que no cuenten con ventilación donde se encuentre personal realizando pruebas.
- K. Revisar que el laboratorio cuente con actividades de limpieza y desinfección
- L. Garantizar la exigencia y correcto funcionamiento de mecanismos de control de insectos y roedores.
- M. Conocer las normativas de seguridad para Plantas piloto, local e internacionalmente.

## **2. Ingeniero de proyección uso y operación**

El ingeniero de proyección, uso y operación es el profesional encargado de la planeación y control del CEPIIS. Este debe cumplir sus funciones de acuerdo al manual de funciones elaborado previamente. Garantizando el buen uso de equipos, materiales, residuos e instalaciones del CEPIIS. Todas las actividades que comprenden la planeación y programación del CEPIIS deben ser revisadas por el ingeniero a cargo garantizando el correcto cumplimiento de las mismas.

El ingeniero debe conocer las normativas de seguridad para Plantas piloto, local e internacionalmente.

## **3. Ingeniero de procesos**

El ingeniero de procesos es el profesional encargado de la producción y puesta en marcha, acompañando constantemente el proceso. Este debe cumplir sus funciones de acuerdo al manual de funciones elaborado previamente. Garantizando el buen uso de equipos, materiales, residuos e instalaciones del CEPIIS. Todas las actividades que comprenden la producción y puesta en marcha del CEPIIS deben ser revisadas por el ingeniero a cargo.

El ingeniero debe conocer las normativas de seguridad para Plantas piloto, local e internacionalmente.

#### **4. Ingeniero de Diseño**

El ingeniero de procesos es el profesional encargado de los procesos de investigación y desarrollo, además debe aprobar cualquier cambio en las especificaciones técnicas y operativas de los equipos, participando de cualquier prueba en planta. Este debe cumplir sus funciones de acuerdo al manual de funciones elaborado previamente. Garantizando el buen uso de equipos, materiales, residuos e instalaciones del CEPIIS.

El ingeniero debe conocer las normativas de seguridad para Plantas piloto, local e internacionalmente.

#### **5. Profesional en seguridad y salud**

El profesional de seguridad y salud es el encargado de velar por la seguridad y minimización de los riesgos en el proceso, además debe garantizar que todos los procesos se realicen en línea con la normatividad y reglamentación vigente. Este debe cumplir sus funciones de acuerdo al manual de funciones elaborado previamente. Garantizando el buen uso de equipos, materiales, residuos e instalaciones del CEPIIS.

El profesional de seguridad y salud debe conocer las normativas de seguridad para Plantas piloto, local e internacionalmente.

#### **6. Estudiantes de Semillero de investigación o trabajo de grado**

Son estudiantes de pregrado en ciencias e ingenierías que colaboran en las actividades de investigación de los proyectos y desarrollan su trabajo de grado y otras tareas académicas en temas afines al grupo. También son estudiantes investigadores que se encuentran en el laboratorio. Son responsables de mantener y utilizar adecuadamente los equipos, materiales, residuos y las instalaciones del laboratorio, así como de cumplir con las directrices establecidas en este reglamento de laboratorio.

#### **7. Visitantes**

Se trata de individuos que permanecen temporalmente en las áreas del CEPIIS. Este personal puede incluir representantes de organismos de control, vigilancia, evaluación o reconocimiento, así como docentes o investigadores de otras instituciones, y estudiantes de otras instituciones que realizan prácticas en el laboratorio. Su acceso al laboratorio debe ser

autorizado exclusivamente por el Coordinador del laboratorio. Los visitantes deben cuidar las instalaciones, seguir las directrices de este manual y adherirse a las políticas de confidencialidad del laboratorio.

#### ***4.6.4. Áreas de Trabajo***

##### **ACCESO A LA PLANTA**

1. Solo cuenta con acceso el personal autorizado
2. No se autoriza la entrada de niños a las unidades del CEPIIS
3. No se contará con ninguna decoración o adorno ajeno al área del CEPIIS
4. Las puertas del CEPIIS deben mantenerse cerradas
5. Para ingresar en horarios fuera los establecidos se debe gestionar directamente con la dirección del CEPIIS.
6. Ingresar los EPP adecuados

##### **HIGIENE Y LIMPIEZA DENTRO DE LAS ZONAS DE TRABAJO**

1. En las áreas del CEPIIS no se pueden consumir alimentos ni bebidas
2. No se puede ingresar con objetos ajenos a la operación
3. Bajo ninguna circunstancia se deben almacenar alimentos o sustancias ajenas en cualquiera de los espacios del CEPIIS
4. Las unidades se deben mantener limpias y libres de materiales no correspondientes con el funcionamiento de las mismas
5. Las superficies se deben higienizar y/o descontaminar posterior a cualquier derrame de material potencialmente peligroso y al finalizar la producción.
6. La disposición y manejo de residuos se debe disponer de acuerdo al sistema de gestión ambiental

#### ***4.6.5 Prácticas Seguras y elementos de protección personal***

##### **Uso de elemento de protección personal (EPP)**

1. Todo el personal del laboratorio deberá contar con el equipo de protección personal de acuerdo a la actividad que se realice y que esté establecida en la División Nacional de seguridad y salud ocupacional o condiciones que se establezca en el área de seguridad y salud del CEPIIS

2. Será obligatorio el uso de overoles o prendas de labor dentro del laboratorio dependiendo del grado de riesgo al que el personal esté expuesto.
3. Las prendas protectoras únicamente se deben llevar en el CEPIIS. No se deben emplear en áreas diferentes de la Universidad (Bibliotecas, cafeterías, oficinas y bibliotecas)
4. La ropa del exterior no se debe guardar con los EPP del proceso
5. El calzado empleado del CEPIIS debe cumplir todo el pie
6. Se usarán guantes protectores adecuados para todos los procedimientos que puedan generar lesiones en contacto con sustancias químicas peligrosas o elementos de corte.
7. Se usarán gafas de seguridad, viseras u otros dispositivos de protección cuando sea necesario sea necesario proteger los ojos y el rostro de salpicaduras, generación de chispas, golpes y fuentes de radiación o energía.
8. No se deben reutilizar elementos de seguridad reutilizables
9. Garantizar el buen estado de los EPP
10. Lavar los overoles adecuadamente siguiendo parámetros de limpieza y desinfección.

#### Prácticas seguras

1. Mantener el área de trabajo ordenada y devolver los equipos a su lugar.
2. Asegurar el buen uso de equipos, instrumentos, reactivos y utensilios.
3. Proteger los documentos del laboratorio que salgan del mismo para evitar daños o pérdidas.
4. Disponer correctamente los residuos después de cada práctica.
5. Obtener autorización para usar equipos y manuales fuera del laboratorio.
6. Seguir el procedimiento del sistema de gestión ambiental para manejar derrames.
7. Antes de usar equipos:
  - Conocer especificaciones e instrucciones.
  - Informar sobre cualquier anomalía.
8. Dejar todo organizado después de usar equipos, reactivos, muestras e instrumentos.
9. Apagar, desconectar y limpiar los equipos después de usarlos.
10. Identificar correctamente todas las sustancias y materiales.
11. Leer las etiquetas y fichas de seguridad antes de usar sustancias químicas.
12. Usar careta protectora y campana de extracción al manipular sustancias tóxicas.
13. Evitar el uso de sustancias desconocidas para prevenir accidentes.
14. No verter sustancias peligrosas en la red de alcantarillado.

15. Disponer los residuos y líquidos contaminados según las normas de Gestión Ambiental.
16. Nunca trabajar solo en las áreas de pruebas.
17. Completar los registros necesarios antes de realizar una prueba.

#### ***4.6.6 Registros de Trabajo***

Los registros de trabajo que se empleen para el CEPIIS

1. Llevarse para:
  - a. El control del inventario de herramientas, equipos y consumibles.
  - b. Los resultados de ensayos o pruebas de servicios de extensión.
  - c. La información sobre la solicitud de ensayos o pruebas.
  - d. Información sobre pacientes.
2. Aplicar los requerimientos legales aplicables a los informes de resultado (servicios de extensión).
3. La bitácora o el cuaderno de laboratorio, es una herramienta de uso compartido en la cual debe especificarse la fecha de trabajo, el nombre del estudiante o investigador y el objetivo de la práctica, mediciones y demás.

#### ***4.6.7 Gestión De La Seguridad***

1. Es responsabilidad del Supervisor de logística y operación, Profesional de seguridad y salud, el garantizar la elaboración y la adopción de un plan de gestión de seguridad y/o de un manual de seguridad o de operación.
2. El CEPIIS debe contar con una copia disponible de este reglamento interno del laboratorio y demás manuales acordes a las prácticas que se realizan en el mismo.
3. Realizar actividades de capacitación periódica en materia de seguridad.
4. Informar al personal de los riesgos especiales. Se le exigirá que lea el manual de seguridad o de trabajo y siga las prácticas y los procedimientos normalizados.
5. El responsable del CEPIIS deberá asegurar que todo el personal comprenda debidamente los protocolos y/o procedimientos.

#### ***4.6.8 Manejo de emergencias y accidentes***

En los laboratorios se debe:

1. Identificar los puntos de evacuación más cercanos, extintores, duchas y lavaojos, y botiquín de primeros auxilios.
2. Tener a disposición el número de extensión del punto de vigilancia del edificio y divulgarlo a todo el personal del CEPIIS.
3. Todos los derrames, accidentes y exposiciones reales o potenciales a materiales infecciosos se comunicarán al supervisor del laboratorio. Se mantendrá un registro escrito de esos accidentes e incidentes.
4. Los visitantes, pasantes y en general personas externas a la Universidad de América deben informar su EPS y/o ARL, por si llegara a presentarse un accidente.

En caso de presentarse un accidente o emergencia se debe:

1. Avisar al supervisor de logística y operación y al profesional de seguridad y salud o a quien haga sus veces, sobre la ocurrencia del Accidente de trabajo y si se requiere atención de primeros auxilios informar al brigadista de la dependencia (si lo hay).
2. Reportar los accidentes ocurridos a la Dirección de Laboratorios de la Sede a través del director del CEPIIS o la Facultad o Instituto.
3. Para activar el sistema de emergencias en el CEPIIS se debe marcar a la extensión o informar al personal de vigilancia del edificio.

Adicionalmente, si la persona involucrada en el accidente o emergencia es trabajadora, profesor, estudiante de posgrado ó trabajadores independientes, afiliados a la Administradora de Riesgos laborales de la Universidad, deberá Reportar el Accidente de trabajo al Grupo de Salud Ocupacional, comunicándose a la extensión programada dentro del primer día hábil después de ocurrido el suceso.

En todo momento, los estudiantes de la Universidad de América deberán dar estricto cumplimiento a las normas y reglamentos vigentes en la Universidad, particularmente a la reglamentación general de la Dirección de laboratorios de la Sede en lo referente al uso de los laboratorios.

## 5.CONCLUSIONES

Se revisaron los factores y actores en el contexto local, teniendo como los centros más cercanos al modelo que se busca a Sennova y Agrosavia con un 3,9 y un 3,7 en el peso total de la valoración, se identificaron las oportunidades en cuanto a proyectos y posibles clientes en el centro de procesos de acuerdo a las industrias que están en tendencia.

Se identificó como sector de desarrollo de proyectos el sector de alimentos ya que este presenta mayor oportunidad, donde los dos centros que se puede aprovechar son COCO y BIOCAL por medio de la línea de producción de bioplásticos o sistemas de cadena de bloques para mejorar cadenas de suministro.

El criterio más importante para la gerencia y operación del CEPIIS como centro de procesos es el establecimiento de la estructura organizacional que responda las especificaciones y características del centro, y también la hoja de ruta para alianzas estratégicas que permita la dinamización y el relacionamiento.

## **6.RECOMENDACIONES**

Se debe realizar un cronograma y un plan de seguimiento para la estructura organizacional propuesta, ya que con el avance del proyecto se van a presentar diferentes necesidades y servicios que pueden cambiar algunas funcionalidades o requerimientos en el proceso.

Continuar el proceso y construcción de la hoja de ruta de alianzas estratégicas con las demás entidades de la Universidad, lo cual garantizará la accesibilidad para realizar proyectos de Industria amparados por la estructura organizacional, ya que este es una de las dificultades que presentan las demás organizaciones evaluadas.

Fortalecer la propuesta de gestión de proyectos desde los proyectos que se van adelantando, esto de acuerdo a las funcionalidades nuevas y posibles modificaciones que se presenten en el portafolio de servicios, todo esto apoyado en las lecciones aprendidas que van dejando los mismos.

Implementar estrategias de marketing y de publicidad que presenten una ventaja competitiva respecto a los demás centros aprovechando las herramientas digitales para divulgar los procesos y el portafolio de servicios, ya que actualmente los demás centros que se revisaron no presentan dichas estrategias y procesos.

Hacer seguimiento al proceso de encuestas que se está llevando a cabo por medio del CTP y de la universidad para recolectar información de primera mano de los aliados de la Universidad, ya sea de los intereses o las tendencias actuales que se requieran desde la industria y el sector real.

## REFERENCIAS

- [1] “*Quía técnica para el reconocimiento del centro de innovación y productividad -cip. año 2021 vr.0 guía técnica para el reconocimiento del centro de innovación y productividad contenido.*” accessed: jun. 02, 2024. [online]. available: [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reconocimiento/m601pr05g09\\_guia\\_tecnica\\_para\\_el\\_reconocimiento\\_del\\_centro\\_de\\_innovacion\\_y\\_productividad\\_-\\_cip\\_v00.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reconocimiento/m601pr05g09_guia_tecnica_para_el_reconocimiento_del_centro_de_innovacion_y_productividad_-_cip_v00.pdf)
- [2] “*diccionario raing,*” *diccionario.raing.es*. <https://diccionario.raing.es/es/lema/unidad-de-proceso> (accessed jun. 02, 2024).
- [3] *Universidad de américa. centro de procesos e innovación para la industria sostenible (cepiis)*. saenz vizcaya, judhy pauline. lagos acosta, catalina sofia. (2023). “desarrollo de un plan operativo, considerando parámetros de seguridad industrial, para la puesta en marcha y validación de los equipos a escala piloto, presentes en el centro de purificación y refinación de la universidad de américa”. [en línea] disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9143>
- [4] rodriguez, jesús álvarez. (2015). “*¿qué es la destilación?*”. [en línea] disponible: <http://contenidosdigitales.uned.es/fez/view/intecca:videocmav-5a6f47cfb111f510e8b49bb>
- [5] Universidad de jaén. (2022). “*absorción*”. [en línea] disponible: <https://www4.ujaen.es/~ecastro/proyecto/operaciones/materia/absorcion.html>
- [6] Universidad de jaén. (2022). “*extracción*”. [en línea] disponible: <https://www4.ujaen.es/~ecastro/proyecto/operaciones/materia/extraccion.html>
- [7] Universidad abierta y a distancia de méxico (unadm). (2023). “*operaciones unitarias ii secado.*” [en línea] disponible: [https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/dcsba/bloque1/bi/06/bou2/unidad\\_02/descargables/bou2\\_u2\\_contenido.pdf](https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/dcsba/bloque1/bi/06/bou2/unidad_02/descargables/bou2_u2_contenido.pdf)

- [8] Escuela politécnica nacional. bd donoso millingalli. (2009). “*diseño e implementación de la automatización de un reactor de alta presión*”. [en línea] disponible: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4244/1/cd-2525.pdf>
- [9] universidad abierta a distancia de méxico (unadm). (2021). "*ingeniería de biorreactores i*". [en línea] disponible: [https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/dcsba/bloque1/bi/05/bib1/unidad\\_01/descargables/bib1\\_u1\\_contenido.pdf](https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/dcsba/bloque1/bi/05/bib1/unidad_01/descargables/bib1_u1_contenido.pdf)
- [10] bionet engineering. (2023). “*catálogo biorreactors/fermentors fl r&d – 1/10*”. [en línea] disponible: [https://www.elementec.ie/uploads/products/quote/brochures/1536324791\\_0\\_fl\\_and\\_tw\\_in\\_biorreactor.pdf](https://www.elementec.ie/uploads/products/quote/brochures/1536324791_0_fl_and_tw_in_biorreactor.pdf)
- [11] equipos y laboratorio de colombia. (2022). "*reactores químicos*". [en línea] disponible: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/reactoresquimicos7>
- [12] Universidad abierta y a distancia de méxico (unadm). (2023). “*operaciones unitarias i de transferencia de calor*.” [en línea] disponible: [https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/dcsba/bloque1/bi/05/bou1/unidad\\_02/descargables/bou1\\_u2\\_contenido.pdf](https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/dcsba/bloque1/bi/05/bou1/unidad_02/descargables/bou1_u2_contenido.pdf)
- [13] Ministerio de ciencia, tecnología e innovación. (2023). “*planta piloto*”. [en línea] disponible: <https://minciencias.gov.co/glosario/planta-piloto>
- [14] M. niño, “*desarrollo del portafolio de servicios para consultoría, extensión e investigación a partir de las unidades de procesos industriales y laboratorios disponibles en el centro de procesos e innovación para la industria sostenible (cepiis)*.”
- [15] “*la importancia de apoyar a la industria colombiana*,” nov. 09, 2023. <https://cidei.net/la-importancia-de-apoyar-a-la-industria-colombiana/7>

- [16] I. alvarado, “¿qué es la gerencia de proyectos y para qué es importante? | poliverso,” [www.poli.edu.co](http://www.poli.edu.co), nov. 15, 2022. <https://www.poli.edu.co/blog/poliverso/gerencia-de-proyectos>
- [17] “español gestión de proyectos para ingenieros químicos | download free pdf | ingeniería química | ingeniería,” *scribd*. <https://es.scribd.com/document/430868540/espanol-gestion-de-proyectos-para-ingenieros-quimicos-docx> (accessed jun. 02, 2024).
- [18] “proyectos i+d+i aplicada investigación en plantas piloto .” [https://www.interempresas.net/feriavirtual/catalogos\\_y\\_documentos/88043/001--i-d-proyectos-actuales---plantas-piloto\\_v1.pdf](https://www.interempresas.net/feriavirtual/catalogos_y_documentos/88043/001--i-d-proyectos-actuales---plantas-piloto_v1.pdf)
- [19] I. ocv, “instituto tecnológico y de estudios superiores de monterrey campus monterrey división de ingeniería y arquitectura programa de graduados en ingeniería "aplicación de la herramienta benchmarking en yari carmen gaitán cortez monterrey, n.l. mayo de 2005.” available: [https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/572403/docstec\\_2529.pdf](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/572403/docstec_2529.pdf)
- [20] “la industria química es la principal actividad manufacturera importadora del país: andi / más colombia,” *mascolombia.com*, may 27, 2022. <https://mascolombia.com/la-industria-quimica-es-la-principal-actividad-manufacturera-importadora-del-pais-andi/>
- [21] “estructura organizacional: definición, beneficios y tipos,” *questionpro*, jul. 16, 2022. <https://www.questionpro.com/blog/es/estructura-organizacional/>
- [22] “zalvadora,” *zalvadora.com*. <https://zalvadora.com/glosario/manual-de-funciones#:~:text=documento%20que%20relaciona%20los%20diferentes> (accessed may 28, 2024).
- [23] “reglamentos internos: ¿qué son y por qué debes conocer los de tu empresa?,” *achs web*. <https://www.achs.cl/centro-de-noticias/noticia/2016/reglamentos-internos-que-son-y-por-que-debes-conocer-los-de-tu-empresa-#:~:text=e1%20reglamento%20interno%20es%20donde> (accessed may 28, 2024).

- [24] j. l. paredes dueñas, “*due diligence: un paso previo e indispensable en toda negociación,*” *repository.unimilitar.edu.co*, nov. 2014, accessed: jun. 03, 2024. [online]. available: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/13183>
- [25] “¿qué es iot (internet of things)?,” *deloitte spain*. <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/iot-internet-of-things.html>
- [26] j. s. hurtado, “*qué es blockchain y cómo funciona la tecnología blockchain,*” *thinking for innovation*, mar. 2022, available: <https://www.iebschool.com/blog/blockchain-cadena-bloques-revolucionaria-sector-financiero-finanzas/>
- [27] “¿para qué sirve la tecnología rfid?,” *dimensiona*. [https://www.dimensiona.com/es/para-que-sirve-la-tecnologia-rfid/#:~:text=la%20tecnolog%c3%ada%20rfid%20\(que%20significa,rfid%20mediante%20ondas%20de%20radio](https://www.dimensiona.com/es/para-que-sirve-la-tecnologia-rfid/#:~:text=la%20tecnolog%c3%ada%20rfid%20(que%20significa,rfid%20mediante%20ondas%20de%20radio).
- [28] M. niño, “*desarrollo del portafolio de servicios para consultoría, extensión e investigación a partir de las unidades de procesos industriales y laboratorios disponibles en el centro de procesos e innovación para la industria sostenible (cepiis).*”
- [29] “*laboratorios - ingeniería química y ambiental,*” *ingenieria.bogota.unal.edu.co*. <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/extension/laboratorios/labs-partamentos/laboratorios-ingenieria-quimica-y-ambiental.html> (accessed may 28, 2024).
- [30] unimedios, “*sistema de información de la investigación - hermes,*” *www.hermes.unal.edu.co*. <http://www.hermes.unal.edu.co/pages/consultas/proyecto.xhtml?idproyecto=52926> (accessed may 28, 2024).
- [31] “*sennova – dfp.*” <http://dfp.senaedu.edu.co/home/sennova/> (accessed may 28, 2024).
- [32] “*directorio,*” [www.sena.edu.co](http://www.sena.edu.co). <https://www.sena.edu.co/esco/sena/paginas/directorio.aspx> (accessed jul. 11, 2024).

- [33] agrosavia, “*agrosavia - corporación colombiana de investigación agropecuaria,*” [www.agrosavia.co](http://www.agrosavia.co). <https://www.agrosavia.co/>
- [34] [https://www.agrosavia.co/media/xo21fscp/informe\\_asamblea\\_2022\\_f.pdf](https://www.agrosavia.co/media/xo21fscp/informe_asamblea_2022_f.pdf)
- [35] “*laboratorios,*” *uniandes,* aug. 30, 2019. <https://quimicayalimentos.uniandes.edu.co/es/informacion-general/laboratorios#:~:text=el%20departamento%20de%20ingenier%c3%ada%20qu%c3%admica> (accessed may 28, 2024).
- [36] “*planta piloto,*” [www.icesi.edu.co](http://www.icesi.edu.co). <https://www.icesi.edu.co/es/209-planta-piloto> (accessed may 28, 2024).
- [37] “*servicios y recursos,*” *universidad de bogotá jorge tadeo lozano.* <https://www.utadeo.edu.co/es/link/departamento-de-ingenieria/218561/servicios-y-recursos#:~:text=centro%20de%20investigaci%c3%b3n%20en%20procesos%20de%20ingenier%c3%ada%20e2%80%93%20cipi> (accessed may 28, 2024).
- [38] “*centro de investigación e innovación en tecnología y ciencia ceintecci - universidad ecci,*” [www.ecci.edu.co](http://www.ecci.edu.co), dec. 11, 2021. <https://www.ecci.edu.co/centro-de-investigacion/> (accessed may 28, 2024).
- [39] “*portafolio de servicios - definicion.de,*” *definición.de.* <https://definicion.de/portafolio-de-servicios/>
- [40] martin, “*impacto social de un proyecto: qué es y cómo medirlo,*” *blog - comparasoftware,* jun. 21, 2022. <https://blog.comparasoftware.com/impacto-social-de-un-proyecto/>
- [41] “*infraestructuras: tipos y su importancia hoy,*” *ferrovial.* <https://www.ferrovial.com/es/recursos/infraestructura/>
- [42] “*contrato/convenio,*” *minciencias.* <https://minciencias.gov.co/glosario/contratoconvenio#:~:text=contratos%20y%20convenios%20son%20acuerdos>

- [43] “¿qué es un ecosistema de innovación?,” *apd españa*, nov. 14, 2022.  
<https://www.apd.es/ecosistema-de-innovacion-que-es-y-roles/>
- [44] J. B. School, “¿qué es logística operacional? todo lo que necesitas saber.,” *euroinnova business school*. <https://www.euroinnova.edu.es/business-management/articulos/que-es-logistica-operacional#:~:text=pero%20%20c2%20bfqu%20es%20log%20adstica%20operacional> (accessed may 28, 2024).
- [45] E. A. Benavides Sánchez, “estudio de benchmarking competitivo aplicado a cuatro empresas avícolas colombianas,” oct. 2022.
- [46] A. O. Moyano, “¿qué es la nanobiotecnología?,” *universidad de los andes - colombia - sitio oficial*, feb. 20, 2018. <https://uniandes.edu.co/es/noticias/ciencias-biologicas/que-es-nanobiotecnologia> (accessed may 28, 2024).
- [47] C. - UTEM, “ingeniería química y su rol en el medio ambiente,” *admisión utem*, oct. 27, 2020. <https://admission.utem.cl/2020/10/27/ingenieria-quimica-y-su-rol-en-el-medio-ambiente/>
- [48] Karoma, “modelado y simulación,” *icc - instituto de ciencias de la computación*.  
<https://icc.fcen.uba.ar/modelado-y-simulacion/>
- [49] “una mirada a la ingeniería química colombiana.” accessed: may 28, 2024. [online]. available:  
<https://www.cpiq.gov.co/resources/uploaded/files/una%20mirada%20a%20la%20ingenieria%20quimica.pdf>
- [50] A. Forero, “estadísticas por tema,” *dane.gov.co*, 2016.  
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema>
- [51] “ingenieros químicos: salarios, diversidad, industrias e informalidad laboral | data méxico,” *data méxico*, 2023.  
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/occupation/ingenieros-quimicos>

maría-fernanda lópez-pérez, ma ángeles larrubia, a. fernández, and julià sempere, “overview of the current situation relating to chemical engineering degree courses,”

[52] *education for chemical engineers*, vol. 43, pp. 73–82, apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.02.001>.

[53] s. lahane, v. paliwal, and r. kant, “*evaluation and ranking of solutions to overcome the barriers of industry 4.0 enabled sustainable food supply chain adoption,*” *cleaner logistics and supply chain*, vol. 8, p. 100116, sep. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100116>.

[54] seyda senturk, fatmana şentürk, and hakan karaca, “*industry 4.0 technologies in agri-food sector and their integration in the global value chain: a review,*” vol. 408, pp. 137096–137096, apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137096>.

[55] e. radu *et al.*, “*global trends and research hotspots on haccp and modern quality management systems in the food industry,*” *heliyon*, vol. 9, no. 7, p. e18232, jul. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18232>.

[56] g. reiner and m. trcka, “*customized supply chain design: problems and alternatives for a production company in the food industry. a simulation based analysis,*” *international journal of production economics*, vol. 89, no. 2, pp. 217–229, may 2004, doi: [https://doi.org/10.1016/s0925-5273\(03\)00054-9](https://doi.org/10.1016/s0925-5273(03)00054-9).

[57] victoria foluke arijenywa *et al.*, “*closing the loop: a framework for tackling single-use plastic waste in the food and beverage industry through circular economy- a review,*” *journal of environmental management*, vol. 359, pp. 120816–120816, may 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120816>.

[58] e. taddei, c. sassanelli, p. rosa, and s. terzi, “*circular supply chains theoretical gaps and practical barriers: a model to support approaching firms in the era of industry 4.0,*” *computers & industrial engineering*, vol. 190, pp. 110049–110049, apr. 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110049>.

- [59] seyda senturk, fatmana şentürk, and hakan karaca, “*industry 4.0 technologies in agri-food sector and their integration in the global value chain: a review*,” vol. 408, pp. 137096–137096, apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137096>.
- [60] j. n, v. rampur, d. gangodkar, a. m, b. c, and a. k. n, “*improved block chain system for high secured iot integrated supply chain*,” *measurement: sensors*, vol. 25, p. 100633, feb. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100633>.
- [61] v. varriale, a. cammarano, f. michelino, and m. caputo, “*integrating blockchain, rfid and iot within a cheese supply chain: a cost analysis*,” *journal of industrial information integration*, vol. 34, p. 100486, aug. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2023.100486>.
- [62] amar equipments pvt. ltd. (2023). “*instruction manual for laboratory autoclave. designers & manufacturers. high pressure lab-autoclave*”. [en línea] disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kvin6s8d6zd9nrmwtmrufmsrqj4sueo>
- [63] bionet engineering. (2023). “*catálogo biorreactors/fermentors fl r&d – 1/10*”. [en línea] disponible: [https://www.elementec.ie/uploads/products/quote/brochures/1536324791\\_0\\_f1\\_and\\_tw\\_in\\_biorreactor.pdf](https://www.elementec.ie/uploads/products/quote/brochures/1536324791_0_f1_and_tw_in_biorreactor.pdf)
- [64] b. qu, z. xiao, a. upadhyay, and y. lu, “*perspectives on sustainable food production system: characteristics and green technologies*,” *journal of agriculture and food research*, vol. 15, p. 100988, mar. 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.100988>.
- [65] a. w. franz, s. buchholz, r. w. albach, and r. schmid, “*towards greener polymers: trends in the german chemical industry*,” *green carbon*, vol. 2, no. 1, pp. 33–44, mar. 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.greenca.2024.02.002>.
- [66] “*tipologia de proyectos*,” *minciencias*. [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo\\_3.\\_documento\\_de\\_tipologia\\_de\\_proyectos\\_version\\_6.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_3._documento_de_tipologia_de_proyectos_version_6.pdf)

[67] p. de solución en, “*libro de trabajo.*” available: <https://rutasparafortalecer.org/wp-content/uploads/2020/11/1.-libro-de-trabajo-en-alianzas-estrategicas.pdf>

[68] “*manual de servicios de consultoria para estudios y diseños, interventoria de estudios y diseños y gerencia de proyectos en invias .*” chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3240-manual-de-servicios-de-consultoria-para-el-invias/file>

[69] “*tipologia de proyectos,*” *minciencias.* [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo\\_3.\\_documento\\_de\\_tipologia\\_de\\_proyectos\\_version\\_6.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_3._documento_de_tipologia_de_proyectos_version_6.pdf)

[70]c. rendon, h. diego, and a. caballos, “*a & l ingeniería y servicios ltda estructura organizacional manual de funciones ‘diseño de la estructura organizacional, manual de funciones, procedimientos y analisis de riesgos para la empresa a & l ingeniería y servicios ltda.’*” available: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/e552c17b-c126-4c7b-ad7c-df81b9e1a8e9/content>

[71] “*diseño de manuales administrativos para la puesta en marcha del modelo de gestión para micros y pequeñas empresas (mypes) ntc 6001 en la empresa ‘tabares castaño abelardo antonio mecánica y tratamiento’ maría eugenia estupiñán minotta universidad autónoma de occidente facultad de ciencias económicas y administrativas departamento de ciencias económicas programa de contaduría pública santiago de cali 2011.*” accessed: may 28, 2024. [online]. available: <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/711c0a57-ae95-4e3a-a967-3145aa2c0f15/content>

[72] “*reglamento interno.*” [https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/images/recursos/extension/laboratorios/labdptoquimicaambiental/reglamentos\\_ing.\\_qu%3%admica\\_y\\_ambiental.pdf](https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/images/recursos/extension/laboratorios/labdptoquimicaambiental/reglamentos_ing._qu%3%admica_y_ambiental.pdf)

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.**  
**MÉTODO DE PONDERACIÓN POR EL MÉTODO ANALÍTICO JERÁRQUICO**  
**(AHP)**

*Figura 23.*

*QR Método Analítico Jerárquico*



*Nota.* La figura 23 contiene el Qr que dirige al archivo donde se aplica el método analítico jerárquico para los factores clave de éxito.