

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).

MARIANA VALENTINA TRINIDAD NIÑO MONCALEANO

Proyecto integral de grado para optar por el título de

INGENIERO QUÍMICO

Director

IVAN 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. Agosto de 2024

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Vicerrectora Académica

Dra. María Fernanda Vega de Mendoza

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Vicerrectora de Investigaciones y Extensión

Dra. Susan Margarita Benavides Trujillo

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana Facultad de Ingenierías

Dra. Naliny 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.

DEDICATORIA

A Saphira.

AGRADECIMIENTOS

A Saphira por acompañarme en mi proceso de aprendizaje durante todos estos años y ser el motor de mi vida diariamente, ser la razón de esfuerzo, dedicación y motivo de mi título.

Gracias a mi madre y padre por el apoyo incondicional, acompañamiento, ayuda y amor para realizarme como profesional.

Y a Dios por la fortaleza que me dio para seguir adelante estando de luto y por cada oportunidad que presentó en mi carrera universitaria para crecer en el ámbito laboral.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	16
INTRODUCCIÓN	17
OBJETIVOS	18
1. GENERALIDADES	18
1.1 Planta piloto	19
1.1.1 Centro de Purificación y Refinación (CEPURE)	19
1.1.2 Centro de Servicios Industriales (CESI)	20
1.1.3 Centro de Transformación y Adecuación (CETA)	21
1.1.4 Centro de Optimización y Control (COCO)	21
1.1.5 Laboratorio de Procesos Biológicos y Calidad (BIOCAL)	22
1.1.6 Cuarto de Bombas, Almacenamiento de Reactivos y RESPEL (CUBO)	23
1.1.7 Aula Especializada en Procesos (AEPRO)	23
1.1.8 Proyectos Realizados	24
1.1.9 Guías y manuales realizados	26
1.2 Portafolio de servicios	27
1.3 Riesgos laborales	29
1.4 Consultoría	31
1.5 Tendencias del mercado	32
2. INFORMACIÓN ESTRUCTURAL Y OPERACIONAL DE LAS UNIDADES DE PROCESO DISPONIBLES	34
2.1 Resistencia a la Degradación Química	36
2.1.1 Acero Inoxidable 304	36
2.1.2 Vitón	38
2.1.3 Teflón (PTFE)	39

2.1.4	<i>PVC</i>	40
2.1.5	<i>EPDM</i>	41
2.2	Unidades de Proceso	42
2.2.1	<i>Torre de Destilación</i>	48
2.2.2	<i>Torre de Absorción</i>	57
2.2.3	<i>Extractor Sólido-Líquido Líquido-Líquido</i>	66
2.2.4	<i>Secador</i>	72
2.2.5	<i>Planta Térmica</i>	79
2.2.6	<i>Reactor de Alta Presión</i>	86
2.2.7	<i>Biorreactor</i>	91
2.2.8	<i>Banco de Reactores</i>	96
2.2.9	<i>Tren de Evaporadores</i>	102
3.	ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y VERSATILIDAD EN LAS UNIDADES DE PROCESO SEGÚN LAS TENDENCIAS Y SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA QUÍMICA	109
3.1	Tendencias en la Industria Química	109
3.1.1	<i>Innovación y sustentabilidad</i>	110
3.1.2	<i>Transición energética</i>	111
3.1.3	<i>Tecnología digital</i>	112
3.1.4	<i>Nuevos materiales</i>	113
3.1.5	<i>Sostenibilidad</i>	114
3.1.6	<i>Bioeconomía</i>	116
3.1.7	<i>Industrias</i>	117
3.2	Operación Potencial	121
3.2.1	<i>Torre de Destilación</i>	122
3.2.2	<i>Torre de Absorción</i>	124

3.2.3 <i>Extractor Sólido-Líquido Líquido-Líquido</i>	127
3.2.4 <i>Secador</i>	130
3.2.5 <i>Planta Térmica</i>	133
3.2.6 <i>Reactor de Alta Presión</i>	135
3.2.7 <i>Biorreactor</i>	137
3.2.8 <i>Banco de Reactores</i>	139
3.2.9 <i>Tren de Evaporadores</i>	141
3.3 Riesgos y Recomendaciones	144
3.3.1 <i>Identificación del Proveedor</i>	144
3.3.2 <i>Propuesta de recomendaciones sobre los análisis de riesgos anteriormente evaluados</i>	153
4. PORTAFOLIO DE SERVICIOS	161
4.1 Logística Operacional	161
4.2 Factor Diferenciador y Valor Agregado	164
4.3 Desarrollo del Portafolio de Servicios	166
4.3.1 <i>¿Quiénes somos?</i>	167
4.3.2 <i>Propósito</i>	168
4.3.3 <i>Promesa a todos nuestros clientes</i>	168
4.3.4 <i>Valores institucionales</i>	168
4.3.5 <i>Centros</i>	168
4.3.6 <i>Investigación</i>	173
4.3.7 <i>Servicios</i>	173
4.3.8 <i>Invencciones a Patentes</i>	178
4.3.9 <i>Nuestros Aliados</i>	178
4.4 Portafolio según Industria	181

<i>4.4.1 Portafolio Industria Textil</i>	181
<i>4.4.2 Portafolio Industria de Alimentos y Bebidas</i>	182
<i>4.4.3 Portafolio Industria Petroquímica</i>	183
<i>4.4.4 Portafolio Industria Farmacéutica</i>	184
<i>4.4.5 Portafolio Industria de Pinturas</i>	185
<i>4.4.6 Portafolio Industria de Fragancias</i>	186
<i>4.4.7 Portafolio Industria Cosmética</i>	188
<i>4.4.8 Portafolio Industria Metalúrgica</i>	189
5. CONCLUSIONES	191
REFERENCIAS	192
ANEXOS	217

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Centro de Purificación y Refinación (CEPURE)	19
Figura 2. Centro de Servicios Industriales (CESI)	20
Figura 3. Centro de Transformación y Adecuación (CETA)	21
Figura 4. Centro de Optimización y Control (COCO)	22
Figura 5. Laboratorio de Procesos Biológicos y de Calidad (BIOCAL)	22
Figura 6. Cuarto de Bombas, Almacenamiento de Reactivos y RESPEL (CUBO)	23
Figura 7. Aula Especializada en Procesos (AEPRO)	24
Figura 8. Almacenamiento de Cilindros con Gases Especiales	35
Figura 9. Punto de Gases Especiales BIOCAL	35
Figura 10. Punto de Gases Especiales CETA	36
Figura 11. Unidad de Destilación	50
Figura 12. Unidad de Absorción	59
Figura 13. Unidad de Extracción	67
Figura 14. Unidad de Secado	73
Figura 15. Unidad de Planta Térmica	81
Figura 16. Unidad de Reacción de Alta Presión	87
Figura 17. Unidad de Bioreacción	91
Figura 18. Unidad de Banco de Reactores	97
Figura 19. Unidad de Tren de Evaporadores	103
Figura 20. Tendencias Industria Química Exportación	117
Figura 21. Tendencias Industria Química Importación	118
Figura 22. Tendencias Industria Química Mundial	119
Figura 23. Tendencias Industrias en el Mundo	120
Figura 24. Peligro de Explosión	145
Figura 25. Riesgo de Incendio	146
Figura 26. Riesgo Eléctrico	147
Figura 27. Superficies Calientes	148
Figura 28. Riesgo de Caída de Objetos	149

Figura 29. <i>Amenaza por Inundación</i>	155
Figura 30. <i>Amenaza por Temblores y Terremotos</i>	157
Figura 31. <i>Amenaza por Explosión</i>	158
Figura 32. <i>Diagrama de Logística Operacional Relación Cliente y CEPIIS</i>	162
Figura 33. Logo PS+E	178
Figura 34. Logo Ingenium	178
Figura 35. Logo INDUSTRIAS CAR SAS	179
Figura 36. Logo AIREGASES SA	179
Figura 37. Logo NORLAB SAS	180
Figura 38. Logo SELLING	180
Figura 39. Código QR Video Línea del Tiempo CEPIIS	240
Figura 40. Código QR Video Acreditación CEPIIS	241
Figura 41. Código QR Video CEPIIS para Proyección Unidades	242
Figura 42. Código QR Brochure Portafolio de Servicios Versión Español	243
Figura 43. Código QR Brochure Portafolio de Servicios Versión Inglés	244
Figura 44. Código QR Portafolios para las Diversas Industrias Membretados	245
Figura 45. Código QR Informe Visita Pontificia Universidad Javeriana	246
Figura 46. Código QR Aliados Institucionales	247

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. <i>Unidades de Proceso Disponibles</i>	44
Tabla 2. <i>Área para nuevo espacio.</i>	47
Tabla 3. <i>Limites Operativos Unidad de Destilación</i>	51
Tabla 4. <i>Materiales Unidad de Destilación</i>	52
Tabla 5. <i>Mantenimiento Unidad de Destilación</i>	54
Tabla 6. <i>Medidas y Capacidad de la Unidad de Destilación</i>	55
Tabla 7. <i>Prácticas Unidad de Destilación</i>	56
Tabla 8. <i>Límites Operativos Unidad de Absorción</i>	59
Tabla 9. <i>Materiales Unidad de Absorción</i>	61
Tabla 10. <i>Mantenimiento Unidad de Absorción</i>	62
Tabla 11. <i>Medidas y Capacidad Unidad de Absorción</i>	63
Tabla 12. <i>Límites Operativos Unidad de Extracción</i>	67
Tabla 13. <i>Materiales Unidad de Extracción</i>	69
Tabla 14. <i>Mantenimiento Unidad de Extracción</i>	69
Tabla 15. <i>Medidas y Capacidad Unidad de Extracción</i>	70
Tabla 16. <i>Limites Operativos Unidad de Secado</i>	75
Tabla 17. <i>Materiales Unidad de Secado</i>	76
Tabla 18. <i>Mantenimiento Unidad de Secado</i>	76
Tabla 19. <i>Medidas y Capacidad Unidad de Secado</i>	77
Tabla 20. <i>Límites Operativos Planta Térmica</i>	82
Tabla 21. <i>Materiales Planta Térmica</i>	83
Tabla 22. <i>Mantenimiento Planta Térmica</i>	85
Tabla 23. <i>Medidas y Capacidad Planta Térmica</i>	86
Tabla 24. <i>Límites Operativos Reactor de Alta Presión</i>	87
Tabla 25. <i>Materiales Reactor de Alta Presión</i>	88
Tabla 26. <i>Mantenimiento Reactor de Alta Presión</i>	89
Tabla 27. <i>Medidas y Capacidad Reactor de Alta Presión</i>	90
Tabla 28. <i>Límites Operativos Biorreactor</i>	92

Tabla 29. <i>Materiales Biorreactor</i>	93
Tabla 30. <i>Mantenimiento Biorreactor</i>	93
Tabla 31. <i>Medidas y Capacidad Biorreactor</i>	94
Tabla 32. <i>Límites Operativos Banco de Reactores</i>	98
Tabla 33. <i>Materiales Banco de Reactores</i>	99
Tabla 34. <i>Mantenimiento Banco de Reactores</i>	100
Tabla 35. <i>Medidas y Capacidad Banco de Reactores</i>	101
Tabla 36. <i>Límites Operativos Tren de Evaporadores</i>	104
Tabla 37. <i>Materiales Tren de Evaporadores</i>	105
Tabla 38. <i>Mantenimiento Tren de Evaporadores</i>	106
Tabla 39. <i>Medidas y Capacidad Unidad de Evaporación</i>	107
Tabla 40. <i>Operaciones Unidad de Destilación</i>	123
Tabla 41. <i>Operaciones Unidad de Absorción</i>	125
Tabla 42. <i>Operaciones Unidad de Extracción</i>	129
Tabla 43. <i>Operaciones Unidad de Secado</i>	132
Tabla 44. <i>Operaciones Unidad de Planta Térmica</i>	134
Tabla 45. <i>Operaciones Unidad de Reacción a Alta Presión</i>	136
Tabla 46. <i>Operaciones Unidad de Biorreacción</i>	138
Tabla 47. <i>Operaciones Unidad de Banco de Reacción</i>	140
Tabla 48. <i>Operaciones Unidad de Evaporación</i>	142
Tabla 49. <i>Requerimientos de Operación</i>	152
Tabla 50. <i>Libreto Video Proyección de Unidades CEPIIS</i>	253
Tabla 51. <i>Matriz de Resistencia a la Degradación Química</i>	257

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. <i>Brochure Portafolio de Servicios</i>	218
Anexo 2. <i>Brochure Portafolio de Servicios versión de inglés</i>	228
Anexo 3. <i>Código qr video Línea del tiempo CEPIIS</i>	240
Anexo 4. <i>Código qr video acreditación CEPIIS</i>	241
Anexo 5. <i>Código qr video CEPIIS para Proyección Unidades</i>	242
Anexo 6. <i>Código qr brochure Portafolio de Servicios versión español</i>	243
Anexo 7. <i>Código qr brochure Portafolio de Servicios versión inglés</i>	244
Anexo 8. <i>Código qr Portafolios membretados para cada industria del sector químico</i>	245
Anexo 9. <i>Código qr informe visita Pontificia Universidad Javeriana</i>	246
Anexo 10. <i>Código qr aliados instucionales</i>	247
Anexo 11. <i>Formulario Open Techs</i>	248
Anexo 12. <i>Libreto video de proyección de unidades del CEPIIS</i>	253
Anexo 13. <i>Matriz de resistencia a la degradación química</i>	257
Anexo 14. <i>Recomendaciones</i>	282

RESUMEN

El desarrollo del portafolio de servicios para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la Universidad de América se lleva a cabo como necesidad de conocer los servicios que se pueden llegar a ofrecer en la planta semi-industrial, para adquirir información de reconocimiento e identificación de las unidades de procesos tanto estructurales como operacionales.

Este debe ofrecer servicios a la industria consultoría, extensión e investigación de las unidades escalables por medio de la caracterización y requerimientos para la puesta en marcha de la planta.

Siendo que los servicios diferenciadores para ofertar resolverán necesidades de tendencia de la industria actual, teniendo en cuenta criterios de logística operacional y prevención de riesgos correspondientes para generar confiabilidad por parte de la implementación de equipos e instalaciones a los colaboradores que se encuentren en el lugar de trabajo.

Por medio de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) abordados, comenzando por el cuarto el cual habla acerca de la educación de calidad, en este se menciona que una de sus metas es aumentar la cantidad de personas técnicas o profesionales que tengan las suficientes competencias requeridas para tener oportunidad laboral, siendo así, por medio del portafolio de servicios que ofrece el CEPIIS, puede llegar a brindar aprendizaje práctico a estudiantes de pregrado o posgrado, docentes y profesionales interesados en realizar proyectos en la planta; y en cuanto al octavo objetivo que es sobre trabajo decente y crecimiento económico, una de las propuestas que se realizan en este es llegar a tener altos niveles de productividad en cuanto a la economía teniendo en cuenta la tecnología e innovación, por el cual se relaciona con la planta para generar oportunidades de empleo en el sector, además realizar consultorías por medio de asesorías con expertos a empresas, y cumplir con el parámetro de innovación por medio de las investigaciones que se desarrollen en proyectos para la industria química.

Palabras clave: Unidades semi-industriales, servicios, versátil, procesos, industria química, escalado, prototipado, planta piloto, portafolio.

INTRODUCCIÓN

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) está ubicado en el Ecocampus de la Universidad de América en Bogotá D.C., Colombia. Cuenta con diferentes áreas de trabajo las cuales están destinadas a cumplir diversos propósitos según sean sus Unidades de Proceso semi-industriales correspondientes.

Es una planta piloto de nivel escalable la cual se encuentra en su última fase de construcción en sus instalaciones para ser puesta en marcha; tiene como objetivo la extensión de trabajo práctico por parte de empresas o industrias externas a la Universidad, también la investigación para profesores en campo químico y de igual forma la docencia para complementar la formación de estudiantes.

Al ser escalables las Unidades de Proceso, se encuentra la necesidad de realizar un Portafolio de Servicios que supla requerimientos que existen actualmente entorno a la industria química.

Por esta razón, primeramente se realizó un levantamiento de información en la planta para conocer límites y capacidades que pueden llegar a soportar los equipos al colocarse en marcha y ser operados con el fin de generar seguridad y confiabilidad tanto a clientes como operarios y trabajadores que se encuentren dentro de la planta.

Seguido a esto, se identificaron las tendencias actuales que existen en la industria de la Ingeniería Química tanto en Colombia como en el resto del mundo, con el fin de potencializar el uso de las Unidades de Proceso a través de la versatilidad de cada manufactura.

Al ser recolectada toda la información anterior pudo ser desarrollado el Portafolio de Servicios a partir de un factor diferenciador a las demás plantas pilotos, laboratorios y Unidades de Proceso, que contiene un valor agregado para generar reconocimiento y competencia en la industria y el sector químico.

A continuación se expondrán los resultados a cada objetivo para cumplir con la integración del Portafolio y búsqueda de servicios a ofrecer.

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar el 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).

Objetivos específicos

1. Realizar el levantamiento de información estructural y operacional de las unidades de proceso disponibles en el CEPIIS.
2. Establecer la potencial operación y versatilidad de las unidades de proceso según tendencias en la industria química y recomendaciones de uso y seguridad.
3. Integrar un portafolio de servicios según proyección de uso, logística operacional, valor agregado y factor diferenciador del CEPIIS.

1. GENERALIDADES

1.1 Planta piloto

Una planta piloto es un espacio en el cual se encuentran unidades de proceso conjuntas 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. [1]

Tiene como finalidad evaluar proyectos de investigación, generar innovación en productos ya existentes, obtener diferentes características del producto final, diseñar equipos y herramientas que se puedan implementar en nuevos procesos, generar información a partir de documentos que indiquen la metodología de un proceso o equipo, y realizar pruebas tanto de ensayos como de calidad, de eficiencia, efectividad, logísticos, entre otros. [1]

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 conformado por diferentes Centros los cuales manejan diversas Unidades de Proceso y tienen funcionalidades específicas:

1.1.1 Centro de Purificación y Refinación (CEPURE)

En el Centro de Purificación y Refinación (CEPURE) como puede observar en la Figura 1, 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 objeto el procesamiento, separación y refinación de materiales y diferentes sustancias químicas.

Figura 1.
Centro de Purificación y Refinación (CEPURE)



Nota. Se puede observar la zona CEPURE del CEPIIS.

1.1.2 Centro de Servicios Industriales (CESI)

En el Centro de Servicios Industriales (CESI) como se puede notar en la Figura 2, 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, y generar controles y ensayos para requerimientos de tratamiento de aguas.

Figura 2.
Centro de Servicios Industriales (CESI)



Nota. Se presenta la zona CESI del CEPIIS.

1.1.3 Centro de Transformación y Adecuación (CETA)

En el Centro de Transformación y Adecuación (CETA) se encuentra el banco de reactores de tipo Batch, CSTR, PFR y PBR, la unidad funciona para gases y líquidos, como se examina en la Figura 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.

Figura 3.

Centro de Transformación y Adecuación (CETA)



Nota. Se identifica la zona CETA del CEPIIS.

1.1.4 Centro de Optimización y Control (COCO)

En el Centro de Optimización y Control (COCO) se tienen computadores Workstation capaces de realizar data science, inteligencia artificial y machine learning, como se mira en la Figura 4, 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.

Figura 4.
Centro de Optimización y Control (COCO)



Nota. Se presenta la zona COCO del CEPIIS.

1.1.5 Laboratorio de Procesos Biológicos y Calidad (BIOCAL)

En el Laboratorio de Procesos Biológicos y de Calidad (BIOCAL) como se observa en la Figura 5, se encuentra el reactor de alta presión y el biorreactor biofermentador, los cuales sirven para generar análisis de 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, el segundo cuarto es para gravimetría por medio de balanza analítica y el tercer cuarto es para realizar metrología. Cuenta de igual forma con los equipos esenciales de laboratorio y con gases especiales.

Figura 5.
Laboratorio de Procesos Biológicos y de Calidad (BIOCAL)



Nota. Se muestra la zona BIOCAL del CEPIIS.

1.1.6 Cuarto de Bombas, Almacenamiento de Reactivos y RESPEL (CUBO)

En el Cuarto de Bombas y Almacenamiento de Reactivos y RESPEL (CUBO) están ubicadas las bombas para las diferentes unidades de proceso, 6 tanques con capacidad de 12 m³ para el manejo de la planta de tratamiento de aguas de proceso, filtración, lluvia y potable, como se ve en la Figura 6. De igual forma, se encuentra el almacenamiento de sustancias químicas y RESPEL junto con un cuarto de entrega y recepción de las mismas.

Figura 6.

Cuarto de Bombas, Almacenamiento de Reactivos y RESPEL (CUBO)



Nota. Presenta la zona CUBO del CEPIIS.

1.1.7 Aula Especializada 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, como se puede notar en la Figura 7.

Figura 7.
Aula Especializada en Procesos (AEPRO)



Nota. Se observa la zona AEPRO del CEPIIS.

1.1.8 Proyectos Realizados

El CEPIIS cuenta con diferentes proyectos realizados en cuanto a infraestructura, seguridad, simulación de equipos, manuales de operación, entre otros, con el fin de generar su puesta en marcha a corto plazo teniendo la documentación necesaria y adecuación de ambiente y espacios seguros que generen confiabilidad a las personas que trabajan allí.

- Desarrollo de las tablas de estado de equipos y gráficas de función secuencial en una interfaz gráfica de usuario (GUI) para las unidades seleccionadas en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la universidad de América. [2]
- 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. [3]
- Desarrollo de un sistema de supervisión de variables de funcionamiento para la planta térmica de generación de vapor y energía de la Fundación Universidad de América. [4]
- 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). [5]

- Diseño del centro de procesos biológicos del CPI en la Universidad de América. [6]
- Diseño del plan de validación de los equipos piloto en la zona centro de transformación y adecuación (CETA) del Centro de Procesos e Innovación para la Industria sostenible (CEPIIS) de la Fundación Universidad de América. [7]
- Diseño del protocolo para el sistema de gestión integral de residuos peligrosos (RESPEL) en el del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Fundación Universidad de América. [8]
- Diseño del sistema hidráulico para las redes de tuberías para el agua de proceso, tratada, lluvia y de emergencia del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Fundación Universidad de América. [9]
- Diseño esquemático de las redes de vapor, agua de proceso y agua residual de la planta piloto. [10]
- Diseño y estandarización de la planta piloto de tratamiento de agua tipo compacta, en la Universidad de América. [11]
- Formulación de un plan de gestión de riesgo y desastre PDGRD para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) mediante análisis de consecuencia". [12]
- Memoria técnica para la zona CEPURE del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). [13]
- Planteamiento metodológico para el diagnóstico de las condiciones de operación de planta de evaporación bajo condiciones de diseño establecidas por el fabricante. [14]
- Planteamiento metodológico para el diagnóstico del banco de reactores de la planta piloto de la Fundación Universidad de América bajo las condiciones de diseño y operación establecidas por el fabricante. [15]
- Propuesta de desarrollo de un manual de operación para el Centro de Servicios Industriales del Centro de Procesos e Innovación para la industria sostenible de la Universidad de América. [16]
- Propuesta de lineamientos y protocolos para la validación de los equipos industriales y unidades de procesos ubicados en el Centro de Servicios Industriales (CESI) del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Universidad de América. [17]

- Propuesta de un plan de gestión de riesgo en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la universidad de América utilizando las herramientas de análisis de riesgo What If, Hazop y la metodología Bow-Tie”. [18]
- Propuesta de un plan de gestión de riesgos de prevención y mitigación de los riesgos de las zonas del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). [19]
- Propuesta para el desarrollo de los manuales de operación para el Centro de Transformación y Adecuación (CETA) del Centro de Procesos e innovación para la industria sostenible (CEPIIS). [20]

1.1.9 Guías y manuales realizados

Los manuales y guías que se han realizado a partir de cada uno de los proyectos desarrollados, indican como debe ser el correcto manejo de las unidades para lograr su óptimo uso, de igual forma el manejo de sustancias químicas y la seguridad que se debe tener en la planta, los cuales se deben tener en cuenta al momento de proporcionar lo adquirido a través de los servicios a los clientes.

- Formatos puesta en marcha unidades del Centro de Purificación y Refinación (CEPURE). [21]
- Guía análisis What-If de la red hidráulica. [22]
- Guía de diseño del sistema de redes hidráulicas. [23]
- Guía de evaporación de efecto simple. [24]
- Guía funcionamiento y supervisión planta térmica y cogeneradora. [25]
- Guía manejo de etiquetas RESPEL. [26]
- Guía mantenimiento equipos de la red hidráulica. [27]
- Guía para la aplicación del almacenamiento seguro de sustancias y residuos peligrosos, atención de emergencias contingencias y protocolos de seguridad de riesgos según los estándares aplicables al Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). **EN EJECUCIÓN.**
- Guía planta piloto tren de evaporación. [28]
- Guía técnicas básicas BIOCAL. [29]
- Manual centro de servicios industriales. [30]

- Manual operación Centro de Transformación y Adecuación (CETA). [31]
- Plan de gestión de riesgos. [32]
- Plan de validación de unidad de destilación continúa. [33]
- Protocolo de operación banco de reactores. [34]
- Protocolo de operación sistema de gestión RESPEL. [35]
- Protocolo de puesta en marcha y operación Centro de Transformación y Adecuación (CETA). [36]

1.2 Portafolio de servicios

Un portafolio de servicios indica los servicios, actividades y unidades de proceso que puede ofrecer una empresa a diversos clientes, el cual tiene como función satisfacer necesidades de otras organizaciones en las que por medio del Portafolio se haga la empresa diferenciadora de las demás del sector industrial y económico. [37]

Para la creación de un portafolio de servicios en una planta piloto se debe tener en cuenta la cobertura de los servicios que se van a ofrecer en relación al objetivo de la planta, este genera en las personas externas, como empresas de la industria interés como clientes potenciales, de igual forma produce reconocimiento entre las demás organizaciones que tienen que ver en el sector de ingeniería e investigación, al implementar este portafolio se expone la gran capacidad que tiene la misma en el desarrollo de procesos industriales, todo lo anteriormente expuesto es con el fin de generar ingresos para sostenibilidad en una planta. [38]

Para realizarlo se deben tener en cuenta factores como:

- Información de la planta industrial, nombre de la entidad, objetivos, información de contacto como teléfono, email y dirección.
- Productos o servicios que se ofrecen, e igualmente cursos, capacitaciones, investigaciones, alquileres para prácticas con el fin de permitir la implementación de equipos para manipulación.

Con esta información suministrada es lo principal que los clientes necesitan para enterarse y acceder a los servicios que ofrece la planta piloto. Sin embargo, se pueden requerir otros aspectos como:

- Una presentación indicando su actividad.
- La misión y visión que tienen, los valores corporativos, sus aspiraciones y formas de trabajo.
- Los proveedores que le suministran la maquinaria y las sustancias químicas.
- Mencionar cuáles han llegado a ser sus clientes más importantes para generar referencias entre empresas, de igual forma explicar el equipo de trabajo de la planta.
- Experiencias de trabajo a partir de los clientes que se han tenido y propias.
- Presencia en medios audiovisuales, canales institucionales, nacionales o internacionales, internet, radio, periódico, entre otros.

Se debe contar con suficiente personal en las diferentes áreas de la planta, el presupuesto para el mantenimiento de equipos y para el soporte en general de la misma, todo esto por medio de los servicios a ofertar al público, con esto generar productividad y retorno económico a la vez que se utiliza la planta. [38]

De igual forma, las capacitaciones deben ir incluidas para el manejo de unidades para procesos industriales, para conocer riesgos que pueden ocurrir, para conocer qué tipo de sustancias químicas se manejan y demás especificaciones que se puedan dar de acuerdo a la instalación. [38]

Es recomendable realizar productos audiovisuales como posters, afiches y demás para entregar a las personas interesadas con el fin de generar reconocimiento, integrando las redes sociales e implementación de su página web como Nota de información. [38]

Se debe tener en cuenta el propósito y razón social, identificando a las personas o grupos a los cuales va dirigida la plata, el sector de interés, de igual forma tener siempre estrategias de comunicación diferentes para personas internas como externas a la organización, encontrando principalmente las necesidades que se requieren en el mercado actual. [38]

El propósito de realizar el portafolio de servicios para el CEPIIS es generar claridad de cómo se va a utilizar la planta al realizar su puesta en marcha, e igualmente detallar en su totalidad lo que se va a ofrecer a su determinado público.

El portafolio ayuda a resolver necesidades de la industria que tengan actualmente los empresarios, sus proyecciones e innovaciones a una escala semi-industrial, en el que, al requerir de los servicios, este quede con la satisfacción del trabajo realizado y genere divulgación en el mercado y el sector químico, para generar relaciones comerciales y de igual manera potenciar al CEPIIS entre la competencia. Permite de igual forma una toma de decisiones para ser una guía para los clientes y para el mismo equipo de trabajo de la planta.

1.3 Riesgos laborales

La relación que existe entre los riesgos laborales y los operarios es debido al uso de unidades de proceso industriales o de sustancias químicas, pero también una de las implicaciones más importantes son los cambios que existen constantemente en una planta estos pueden ser: [39]

- Cambios y modificación de equipos, instalaciones y productos, normalmente estos son los que más generan riesgos debido a la implementación de nuevos equipos o mejoras desconocidas.
- Cambios de diseño y procedimientos operacionales, estos riesgos se presentan más que todo por errores de operación y eventos que llegan a ser peligrosos para la integridad física de los operarios.
- Cambios de normas y estándares de funcionamiento, generan riesgos y desconfianza en los operarios al poder llegar a ejecutar mal una unidad o producto.
- Cambios en operarios como horarios, condiciones o rotaciones, afectan el comportamiento y el desempeño por fatiga en los trabajadores, siendo que pueden cometer errores involuntarios o no notar el riesgo al cual se van a enfrentar por lo que están haciendo.
- Cambios en tercerización y subcontrataciones, se presentan riesgos debido poco tiempo de capacitación sobre la empresa.

En empresas que se implementan procesos industriales se debe tener una buena gestión en cuanto a seguridad y salud en el trabajo la cual proporcione confiabilidad a los trabajadores y externos de permanecer en el lugar y ser operarios en cada fase de sus proyectos por medio de la participación y compromiso en los mismos de ser

informados por medio de capacitaciones y manuales del buen manejo de prácticas en la planta ante cualquier cambio. [39]

Es por esto, que el CEPIIS ha realizado diferentes proyectos con diversas metodologías en base a su seguridad y a la de las personas que conforman el mismo, con el fin de generar confiabilidad al momento de su ejecución e implementación, como lo son el trabajo de grado *Propuesta de un plan de gestión de riesgo en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la Universidad de América utilizando las herramientas de análisis de riesgo What If, Hazop y la metodología Bow-Tie* [18] para las zonas CETA (Centro de Transformación y Adecuación) y CEPURE (Centro de Purificación y Refinación) en las unidades semi-industriales de torre de destilación, torre de absorción, extractor líquido-líquido sólido-líquido, secador, banco de reactores y tren de evaporadores, y el proyecto *Propuesta de un Plan de Gestión de Prevención y Mitigación de los Riesgos de las Zonas del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS)* [19] el cual es la versión actualizada del documento anterior debido a que utiliza las mismas metodologías con la diferencia que lo realiza para las zonas CEPURE (Centro de Purificación y Refinación), CESI (Centro de Servicios Industriales), CETA (Centro de Transformación y Adecuación), BIOCAL (Laboratorio de Procesos Biológicos y Calidad) y CUBO (Cuarto de Bombas, Almacenamiento de Reactivos y RESPEL) para las unidades semi-industriales de torre de destilación, torre de absorción, extractor líquido-líquido sólido-líquido, secador, banco de reactores, tren de evaporadores, planta térmica, biorreactor y reactor de alta presión; y la tesis *Formulación de un plan de gestión del riesgo y del desastre PDGRD para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS mediante análisis de consecuencia* [12] con objeto de exponer los riesgos naturales que pueden llegar a ocurrir en la infraestructura de la planta y los lugares próximos a la misma; los anteriores realizados por estudiantes pertenecientes al grupo de la planta industrial con el fin de generar una puesta en marcha adecuada recomendando una actualización anual constante para la planta.

1.4 Consultoría

La consultoría se puede dar por medio del aprendizaje a partir de una persona experta, tiene el objetivo de orientar a empresas o personal que está en el desarrollo de una idea y no saben cómo proyectarla en el campo de investigación. [40]

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS), la consultoría hace parte de un aspecto fundamental para cumplir con factores de sostenibilidad a nivel industrial debido a que al generar asesoramiento específico a diferentes empresas del sector químico se busca que se adopten prácticas e investigaciones de forma sostenible y que se lleguen a abarcar áreas tales sean como optimización, seguridad e innovación con el fin de lograr reducir costos, maximizar productividad, eficiencia y efectividad en sus proyectos, para desarrollar estrategias medioambientales, prevenir riesgos y potenciar la seguridad, de igual forma poder introducir tecnologías nuevas según la industria 4.0 para mantener parámetros actuales en términos de vanguardia.

Un consultor es alguien externo a la organización que brinda ayuda, este tiene la habilidad de dar información y capacitación en un lugar en el cual sea requerido respecto al tema que se abarque, pero si le preguntaran por un tema en específico puede dar información debido a que es su tema de interés, transmite conocimiento necesario para realizar diagnósticos y dar solución a problemas, ofrecen orientación y ayuda en toma de decisiones más sin embargo él no es quién las toma. [40]

Al estar ubicados en el sector universitario se cuenta con expertos especializados en diferentes sectores y áreas de la industria ya sea química, petrolera, ambiental, de energías, mecánica, mecatrónica, entre otros; esto genera un nivel competitivo en líneas de investigación.

Según el documento de *Política: Investigación, creación, desarrollo, tecnológico e innovación* tomado de la Universidad América, en el Capítulo 2 se indica que las líneas de investigación con las que se cuentan son en áreas de: [41]

- Tecnologías convergentes e industrias 4.0: Tecnologías de la información y las comunicaciones, tecnologías convergentes, nanomateriales verdes e inteligentes.

- Energía sostenible: Suministro sostenible de energía, energías renovables, eficiencia energética, abastecimiento energético.
- Bioeconomía.
- Ambiente.
- Crecimiento económico y desarrollo sostenible.
- Biodiversidad y cambio climático.
- Biotecnología: Físicoquímica de macromoléculas, ecología, termodinámica de adsorbentes y proteínas.
- Matemáticas y tecnologías aplicadas a las ciencias.
- Patrimonio natural: Sostenibilidad y procesos industriales.

Todas estas teniendo en cuenta parámetros de sostenibilidad a partir de los retos actuales de la Universidad de América para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). [41]

Siendo así, se cuenta con un banco de capital humano de expertos en estas áreas y sus ramas los cuales al estar involucrados con la Universidad pueden ofrecer consultorías a los clientes que lo soliciten.

1.5 Tendencias del mercado

Las tendencias del mercado indican las variaciones que existen en diferentes sectores respecto a la demanda que exista en un tiempo determinado, para identificar las actuales se debe tener la información necesaria sobre características en cuanto a costos y aceptación por la población. [42]

Para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) conocer las tendencias actuales del mercado en el sector químico ofrecerá un panorama para seleccionar y elegir correctamente los servicios a brindar a partir de ensayos, escalamiento y caracterización de propuestas, investigaciones y proyectos que se efectúen en la planta.

El objetivo es la adaptación constante a la evolución de tendencias que existan en el mercado, con esto generar competitividad y lograr realizar procesos unitarios versátiles

para cada una de nuestras unidades y equipos, esto con el fin de tener un aprovechamiento rentable y correcto en los mismos.

Lo anterior a partir de prácticas amigables con el medio ambiente que hagan relación a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); de igual forma esto logrará generar una mayor reputación al CEPIIS entre las demás plantas debido a que la percepción es tener e implementar el uso de tecnologías actuales y prácticas modernas para atraer a clientes potenciales.

2. INFORMACIÓN ESTRUCTURAL Y OPERACIONAL DE LAS UNIDADES DE PROCESO DISPONIBLES

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) al ser una planta piloto semi-industrial que ofrecerá diferentes servicios a la industria debe reconocer detalladamente la información estructural y operacional con la que cuentan las diversas unidades de escalamiento para realizar una ejecución correcta en versátiles operaciones químicas y poder presentar información al cliente que la requiera para su uso.

Esto debido a que es una necesidad para la puesta en marcha de la planta y todo depende de las unidades de proceso siendo estas el núcleo fundamental generando el funcionamiento de la misma y enlazándolos con los servicios a ofrecer en la industria química de forma sostenible.

El levantamiento de información tiene su importancia en cuanto a una visión integral que abarque a todas las unidades de proceso disponibles de la Planta, para generar eficiencia operacional y seguridad al momento de implementarlas, teniendo en cuenta que inician el desarrollo del Portafolio de Servicios del CEPIIS y con esto se garantiza a los Clientes que sus proyectos, propuestas o investigaciones podrán ser adaptadas a los equipos requeridos según sean sus especificaciones.

El propósito es comprender las estructuras por medio del análisis de cada unidad, determinando los límites y rangos de operación teniendo en cuenta factores como temperatura, presión, caudales, entre otros, de igual manera la identificación de los materiales que se emplearon para su construcción, sus áreas disponibles y principalmente tener en cuenta las recomendaciones que imparte el proveedor de infraestructura para un adecuado uso.

Actualmente la Planta se encuentra en la etapa final del proceso de acondicionamiento de sus instalaciones para su puesta en marcha en paralelo a la identificación y reconocimiento de las operaciones y materiales que se van a trabajar en los equipos siendo que ya se cuenta con la red eléctrica, red hidráulica y con la red de los gases especiales correspondientes como se puede observar su instalación en la Figura 8, 9 y 10.

Figura 8.
Almacenamiento de Cilindros con Gases Especiales



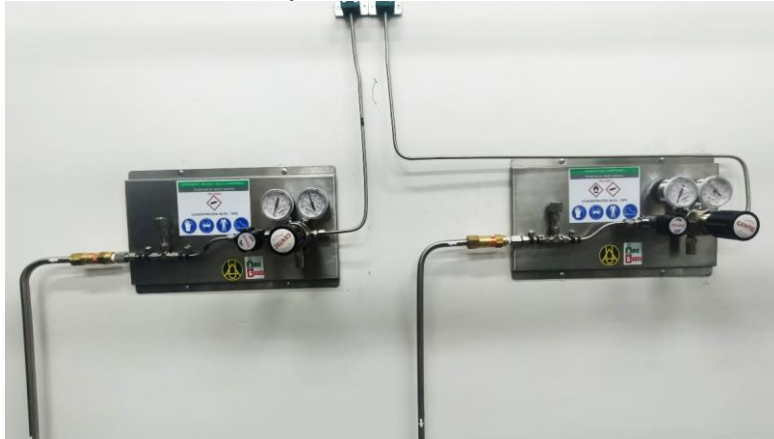
Nota. *Identifica el lugar en donde se encuentran almacenados los cilindros de gases especiales del CEPIIS.*

Figura 9.
Punto de Gases Especiales BIOCAL



Nota. *Muestra el punto de gases especiales en la zona BIOCAL el CEPIIS, presenta CO₂, O₂ y N₂.*

Figura 10.
Punto de Gases Especiales CETA



Nota. Identifica el punto de gases especiales en la zona CETA del CEPIIS, cuenta con CO₂ y O₂.

2.1 Resistencia a la Degradación Química

La resistencia a la degradación química es esencial para conocer cuáles son los tipos de sustancias que acepta y no genera riesgo al equipo al cual se le va a almacenar o por el que se le vaya a transportar dichos compuestos.

Estas tablas deben ser verificadas al momento de la recepción de un proyecto para ver su viabilidad de proceso en las unidades semi-industriales y con esto generar la toma de decisiones, de igual forma se le pueden proporcionar a los clientes para que conozcan cuales procesos versátiles pueden implementar con totalidad.

En el [Anexo 15](#), se encuentra la tabla de resistencia a la degradación química para todos los siguientes materiales.

2.1.1 Acero Inoxidable 304

El Acero Inoxidable 304, es el más versátil y utilizado tiene propiedades para el conformado y el soldado. Utilizando aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Resistente a la soldadura, se desempeña bien ante condiciones corrosivas incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases, en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 860°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango. [43]

- Propiedades: [43]
 - ✓ Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)

- ✓ Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)
- ✓ Elongación 30 % (en 50mm)
- ✓ Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
- ✓ Densidad 7.8 g/cm³ (0.28 lb/in³)

- Usos:

Se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego. [43]

- Degradación:

El acero inoxidable 304 se caracteriza por ser resistente a la corrosión al contacto con otras sustancias y en condiciones ambientales, crea una capa con Cromo al reaccionar con Oxígeno la cual tiene un espesor delgado pero resistente. Sin embargo, la corrosión húmeda debido a condensaciones de agua o atmosférica puede llegar a afectar al material de forma generalizada o localizada y de igual manera sucede con altas temperaturas, pero al realizar aleaciones con otras sustancias puede llegar a mejorar su vida útil.

Una de las mayores ventajas con las que cuenta este material es que es altamente resistente a diferentes tipos de ácidos ya sea para industrias de alimentos, químicas o agrícolas. No obstante, su desventaja principal son los cloruros debidos a su limitada o casi nula resistencia. [43]

Siendo así, una alternativa para dar solución a su proceso de degradación del material en cuanto a cloruros va en cuanto al uso de Acero Inoxidable 316 debido a que este al generar una aleación con Molibdeno puede ser capaz de llegar a soportar sustancias con estas propiedades que afectan al material evaluado. De igual forma este puede ser utilizado en diferentes industrias ya sea alimentaria, farmacéutica, entre otras, y aunque es un poco más costoso este material, prolongará la vida útil del equipo.

Si llegase a generarse un proceso de corrosión en los equipos que cuentan con este material, una respuesta inmediata podría ser el uso de recubrimientos en su superficie epóxicos, siendo que estos tienen una adaptabilidad y resistencia química alta a diferentes sustancias químicas, y son de fácil aplicación al tratarse de ser una pintura, de igual forma son de fácil limpieza y su mantenimiento es bajo.

2.1.2 Vitón

El vitón es un fluoroelastómero obtenido de la derivación del caucho sintético y el fluoropolímero elastómero, el cual se emplea para el moldeo y extrusión, tiene amplias características y es considerado como uno de los materiales con mayor elasticidad y resistencia para múltiples usos. [44]

- Propiedades: [44]

- ✓ Posee una resistencia a fluidos de alta agresividad.
- ✓ Resiste temperaturas altas de entre -25°C a + de 220°C .
- ✓ Buena resistencia a la deformación.
- ✓ Excelente retención a la fuerza de sellado y a la dureza original del diseño.
- ✓ Alta resistencia a aceites, lubricantes y combustibles.
- ✓ Es compatible con agentes ácidos y alcalinos.
- ✓ Resiste radiaciones
- ✓ Especial rendimiento contra productos químicos agresivos.

- Usos: [44]

Fabricación de retenes, válvulas, diafragmas, juntas, planchas, recubrimientos de telas y cables. Siendo compatible con hidrocarburos, cetonas y ácidos orgánicos, fabricación de mangueras para tuberías y transporte de combustible. Entre otros.

- Degradación:

El vitón es altamente resistente a la degradación a partir de compuestos químicos o ambientales, debido a que tiene gran compatibilidad con diferentes sustancias como aceites, lubricantes, ácidos, hidrocarburos y demás líquidos de tipo orgánico. [44]

Sin embargo, a altas temperaturas o concentraciones elevadas de solventes puede generar hinchamiento en este elastómero que va en la parte de los sellos de los equipos de cada Unidad de Proceso.

Su mayor desgaste se da al momento de no tener la lubricación recomendada o por falta de mantenimiento de la pieza, con esto se genera degradación del material y consecuentemente fallos en el proceso realizado. [44]

Siendo así, una alternativa de uso pueden ser los sellos de fluoroelastómero o más conocido como FMK debido a que tiene una amplia resistencia a sustancias químicas, son compatibles con el acero inoxidable 304 que es de lo que están contruidos en su

mayoría los equipos de las Unidades de Proceso y tienen gran durabilidad ante exposiciones con componentes químicos en diferentes temperaturas. Tiene mayor costo que el Vitón pero su implementación puede demostrar mayor tiempo de vida útil del equipo y confiabilidad para la industria.

2.1.3 Teflón (PTFE)

El Teflón es un fluoropolímero (politetrafluoroetileno) conocido por su resistencia a los ambientes químicos con propiedades únicas especialmente su resistencia a la temperatura y baja fricción.

- Propiedades: [45]
 - ✓ Temperaturas máxima continua de hasta +260°C e intermitente +310°C
 - ✓ Temperatura mínima -177°C
 - ✓ No contamina, no tiene olor, impide la formación de hongos.
- Usos: [45]
 - ✓ Cojinetes, boquillas, empaquetaduras, arandelas, aislantes, juntas, asientos de válvulas, terminales, revestimientos, sellos.
- Degradación: [45]

El teflón de tipo politetrafluoroetileno se distingue entre los materiales debido a que es altamente resistente a la degradación en cuanto a sustancias químicas y al medio ambiente.

Aunque tiene desventajas en cuanto a elevadas temperaturas, en las cuales si esto llega a suceder se pueden desprender gases tóxicos que afectarían el proceso en ejecución, el producto final y la salud de los operarios o personas que se encuentren dentro de la planta.

Es por esto que se necesita pensar en una alternativa más sostenible, confiable y segura con el medio ambiente y la integridad de las personas, siendo que una solución para su uso pueden ser los sellos FMK debido a que tiene una amplia resistencia a sustancias químicas, son compatibles con el acero inoxidable 304 que es de lo que están contruidos en su mayoría los equipos de las Unidades de Proceso y tienen gran durabilidad ante exposiciones con componentes químicos en diferentes temperaturas. Tiene mayor costo que el Teflón de tipo PTFE pero su implementación puede demostrar mayor tiempo de vida útil del equipo.

2.1.4 PVC

PVC (Polyvinyl chloride) o Policloruro de vinilo, materiales denominados polímeros termoplásticos, convertido en el plástico más utilizado por su versatilidad. [46]

- Propiedades: [47]
 - ✓ Básicas: Inercia química, resistencia al agua, a la tensión, a la corrosión y al clima.
 - ✓ Es un material inodoro e insípido, autoextinguible, con bajo peso y de mantenimiento sencillo.
 - ✓ Resistencia a la Tensión 7400 lb/in² a 73° F
 - ✓ Elongación (rompimiento) 100 % a 73°F
 - ✓ Resistencia a la Compresión 10,000 lb/in² (en el límite elástico)
 - ✓ Resistencia a la Flexión 11,000 lb/in²

- Usos: [47]

Tiene aplicaciones en la industria de impresión y litografías, Industria química, alimenticia y embotellado. Sus aplicaciones incluyen tubos rígidos (ductos), accesorios, ideal para tanques, campanas de humo, aislamiento de cables y alambres, películas, hojas, empaque de alimentos, pisos, juguetes, aplicaciones marinas, sistemas de emisión, aislamiento térmico y eléctrico en general, etc.

- Degradación:

El PVC se destaca entre los materiales al tener una alta resistencia a la degradación, siendo que es de bajo costo y muy beneficioso para la implementación en cualquier tipo de industria química.

Como ventajas tiene la resistencia a las sustancias químicas, no necesita de recubrimientos para daños por corrosión porque este material no es conductor, resiste a la presencia atmosférica o contacto con microorganismos, siendo que no contamina y puede estar presente en diferentes industrias como farmacéutica, de alimentos, química, entre otras. [47]

Sin embargo, presenta desventajas en cuanto a elevadas temperaturas debido a que no es sostenible al medio ambiente ni seguro en la salud de los humanos al derretirse porque emite gases tóxicos. [47]

Una alternativa para este material a considerar puede ser el polipropileno debido a que es funcional para sistemas de conducción por medio de tubería de líquidos o fluidos industriales, siendo que resiste altas temperaturas y de igual forma tiene resistencia a varias sustancias químicas, es por esto que su costo es mayor pero genera una mayor durabilidad.

2.1.5 EPDM

El caucho EPDM (etileno-propileno-dieno monómero) es un material versátil que es utilizado en muchas aplicaciones, desde productos automotrices hasta piezas de HVAC. Siendo un material poco costoso [48]

- Propiedades: [48]
 - ✓ Rango de temperatura baja de -29°C a -51°C
 - ✓ Uso de alta temperatura: Hasta 177°C
 - ✓ Resistencia a la tracción
 - ✓ Rango de tracción: 500-2500 PSI
 - ✓ Alargamiento: 600% máximo
 - ✓ Durómetro (dureza)
 - ✓ Rango: 30-90 Shore A
 - ✓ Resiliencia / Rebote: Bueno
 - ✓ Resistencia a la abrasión: Buena
 - ✓ Resistencia al desgarro: Justo
 - ✓ Conjunto de compresión: Bueno
 - ✓ Tiempo de envejecimiento - Luz del sol: Excelente
 - ✓ Adhesión a los metales: de regular a buena
 - ✓ Resistencia solvente: pobre, Resistencia al aceite: pobre
 - ✓ Es Resistente a la exposición a los rayos UV, el ozono, el envejecimiento, la intemperie y muchos productos químicos, ideal para aplicaciones en exteriores.
 - ✓ Baja conductividad eléctrica y resistente al vapor y al agua.
 - ✓ Utilizado en la producción de productos de caucho extruido o de caucho moldeado.

- Usos: [48]

Juntas y sellos, impermeabilización, cubiertas y membranas de techos, revestimientos de tanques o piscinas, tuberías, mangueras o conductos, aislamiento eléctrico, perfiles de sellado, componentes automotrices, aplicación a la industria del Agua y saneamiento.

- Degradación: [48]

El caucho EPDM que funciona en este caso como sellos, tiene alta resistencia a la degradación por el ambiente, la humedad, los rayos UV y las sustancias químicas, Sin embargo no tienen buena resistencia a los hidrocarburos o aceites de tipo mineral en altas concentraciones, siendo que pueden generar hinchamiento y daño en el proceso de producción que se esté llevando a cabo en la Unidad de Proceso específica. Es por esto que se considera una alternativa de uso que mejore la durabilidad y confiabilidad de la Unidad semi-industrial al momento de ejecutar sus procesos, siendo que los sellos FMK debido a que tiene una amplia resistencia a sustancias químicas, son compatibles con el acero inoxidable 304 que es de lo que están contruidos en su mayoría los equipos de las Unidades de Proceso y tienen gran compatibilidad ante exposiciones con componentes químicos en diferentes temperaturas. Tiene mayor costo que el EPDM pero su implementación puede demostrar mayor tiempo de vida útil del equipo.

2.2 Unidades de Proceso

Las unidades de proceso son un conjunto de equipos integrados para realizar procesos y operaciones químicas versátiles que dependen de una alimentación para generar uno o varios productos finales a partir de condiciones especiales de temperatura, presión, flujo, entre otros, según sea su naturaleza, y normalmente están ubicadas en plantas industriales. [49]

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. [50]

Las unidades de proceso son necesarias para el desarrollo del Portafolio de Servicios en cuanto al conocimiento detallado de la información estructural que se tiene por cada una de ellas, para saber cuáles pueden llegar a ser sus capacidades y características necesarias y así generar toma de decisiones según el requerimiento o necesidad de los Clientes, de igual forma también se requieren debido a que son la base fundamental de la Planta, sin estas no se pueden ofrecer servicios y no tendría un sentido de ser.

Cada unidad de proceso puede trabajar por separado, sin embargo, el propósito es que para realizar un proyecto de un Cliente se complementen las Unidades una con la otra, desarrollando por completo de su investigación.

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) se cuenta con 9 unidades de proceso como se puede observar en la Tabla 1, las cuales son:

- Unidad de destilación.
- Unidad de absorción.
- Unidad de extracción.
- Unidad de secado.
- Unidad de planta térmica.
- Unidad de reacción de alta presión.
- Unidad de bioreacción – biofermentación.
- Unidad de banco de reacción.
- Unidad de tren de evaporación.

Tabla 1.
Unidades de Proceso Disponibles

	BLOQUE A1	BLOQUE A1	BLOQUE A2	BLOQUE A2	BLOQUE B1	BLOQUE B2	BLOQUE C1	BLOQUE C2
#	CEPURE	CESI	CETA	COCO	BIOCAL	ASPRO	CUBO	CUBO
1	Secador	Planta térmica	Banco de reactores	UPS (Para unidades de computo) (No disponibles)	Biorrector Fermentador			
2	Extractor LL SL	Torre de Enfriamiento	Tren de evaporadores	Unidades de Computo (No disponibles)	Reactor de Alta presión			
3	Unidad de Destilación	Bomba 1 (Agua lluvia)	Molino (No disponible)	Workstation (No disponibles)	Gases especiales (Temporal) (No disponibles)			
4	Unidad de Absorción	Bomba 2 (Agua proceso, infiltración espacio)		Tableros de control (No disponibles)				
5	Compresor (Unidad de Absorción)	PTAR (No disponible)						
6	Horno de Secado (Ubicación Temporal)							
7	Filtro Prensa (No disponible)							

Nota. Indica las Unidades Semi-industriales disponibles por cada zona del CEPIIS.

Cada una de estas será a continuación especificada según la información estructural y operacional correspondiente.

Para la información de cada unidad semi-industrial de la planta se tuvieron en cuenta los manuales de operación respectivos que generó el proveedor al momento de la compra y obtención de los equipos y de igual forma se realizó búsqueda en diferentes literaturas.

Cada equipo presenta los límites de operación máximos y mínimos, el material de diseño, el tipo de mantenimiento que se le debe realizar a la unidad, las precauciones de uso y seguridad, las medidas y áreas de la máquina, los servicios disponibles y las prácticas recomendadas por el proveedor.

Los límites se deben tener presentes debido a que los diversos componentes y sustancias cuentan con diferentes propiedades naturales los cuales dependen de la cantidad de flujo, la temperatura de ejecución, la composición y concentración del alimento y su etapa de ubicación, la presión de maniobra, y de las relaciones respectivas por unidad. Por esta razón determinar y conocer los límites de operación de la unidad es fundamental para ofrecer servicios de la misma.

Debido a que las unidades escalables son versátiles y capaces de ejecutar diferentes procesos químicos con diversas sustancias, es esencial conocer los materiales que componen a cada equipo y sus diferentes partes para evitar daños o corrosiones según sea su resistencia a la degradación.

El mantenimiento es importante para cumplir con la vida útil del equipo y que funcione correctamente, siendo así, al momento de realizarlo se deben seguir los pasos de requerimientos y cumplir con la debida seguridad para ejecutarlo, estos se encuentran en los manuales de operación que han realizado en las tesis estudiantes ya egresados de la Universidad pertenecientes al CEPIIS donde la documentación puede ser encontrada en la Planta.

Se encuentran dos tipos de mantenimiento de los equipos:

El mantenimiento preventivo se basa en programar periódicamente como sea determinada la revisión de la unidad con el fin de evitar posibles daños o anomalías en el proceso de producción. [51]

El mantenimiento correctivo consiste en reparar y cambiar el equipo que presenta fallas consistentes, este es mayormente utilizado en equipos que no son parte del proceso crítico de una producción. [52]

Considerar una constante limpieza y mantenimiento en las Unidades de Proceso semi-industriales es fundamental al momento de colocar en marcha los equipos para que los clientes logren realizar de forma correcta sus proyectos y de igual forma se preserve la vida útil del equipo, con el fin que no generen daños imprevistos o problemas en su tiempo de vida útil.

Es por esto que a partir de la información de mantenimiento suministrada para cada Unidad, se tienen en cuenta estándares de limpieza para la industria según la Resolución 2674:2013 del Ministerio de Salud y Protección Social [53] y la Guía de Limpieza y Desinfección realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [54]

La limpieza y mantenimiento para las Unidades de Proceso pueden ser diferentes en cuanto a la implementación de industria de alimentos y la industria manufacturera en general.

Para la Industria de Alimentos, existen ciertos tipos de características que se deben cumplir al momento de realizar la limpieza a los equipos: [53]

- Personal de limpieza: [53]

Deben tener un estado de salud óptimo el cual conste de certificado médico para realizar el debido mantenimiento a los equipos. De igual forma estar capacitados en educación sanitaria y en las buenas prácticas de manufactura. Contar con las medidas de seguridad necesarias para una planta como casco, overol o bata de laboratorio según sea el caso, guantes y botas adecuadas.

- Métodos de esterilización: [53]

Con el fin de evitar crecimiento de microorganismos que generen deterioros en equipos o cambios en diferentes procesos, el mantenimiento en cuanto a limpieza debe ser de forma continua y secuencial, una vez utilizado el equipo debe tener su respectiva desinfección.

- Instalación: [53]

Los pisos y paredes deben ser de fácil limpieza y desinfección en los que sus materiales no generen sustancias tóxicas. Los techos no deben acumular suciedad o presencia de hongos.

Para las demás industrias manufactureras se puede contar con un diferente protocolo de limpieza y desinfección. Los compuestos más utilizados son el Hipoclorito de Sodio y el Amonio Cuaternario, los cuales de acuerdo con los materiales que están construidos las Unidades de Proceso son resistentes y compatibles químicamente.

Siendo así, en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) se pretende llevar a cabo dos procesos de mantenimiento. El primero se debe realizar en los proyectos que se estén ejecutando, los equipos al iniciar el servicio se les entregarán desinfectados para no modificar los productos o procesos que vayan a realizar, de igual forma al acabar con su uso los clientes deben entregar las Unidades semi-industriales en las mismas condiciones que se les entrega, siendo que se genere una limpieza profunda y exhaustiva para que no quede ningún residuo o para que no exista crecimiento de microorganismos, esto lleva el nombre de mantenimiento terminal el cual se realiza minuciosamente en todas las áreas empleadas. El segundo debe ser

entre un proyecto de uno y otro cliente generar una pequeña limpieza de forma semanal a sus equipos con el fin de tenerlo en cualquier momento listo para operar cuando se requiera, este lleva el nombre de mantenimiento rutinario. [54]

Las unidades cuentan con diferentes elementos y equipos que permiten su total ejecución, para los clientes es esencial poder conocer cada espacio, almacenamiento o capacidad de los mismos.

Es por esto que se realiza una recolección de datos de las diferentes zonas del CEPIIS con el fin de conocer el espacio utilizado por cada Unidad de Proceso y las Áreas Disponibles con las que se cuenta en cada Centro con el fin de compartirlas a los clientes si lo requieren para un equipo de más propio de ellos en sus proyectos. [55]

Se encuentra una necesidad en la planta de espacio para almacenamiento de tanques de producto siendo que estos deben ser posibles de transportar del lugar de almacenamiento al Centro requerido y debe existir mínimo uno por cada Unidad de Proceso.

Por esta razón se investiga y cotiza por tanques que cumplan estas características y se encuentra la información presentada en la Tabla 2:

Tabla 2.

Área para nuevo espacio.

Equipo	Área	Capacidad	Unidades	Costo
Tanque de almacenamiento	1.25 m ²	995 L	1	\$3.000.000
	11.25 m ²	8955 L	9	\$27.000.000

Nota. Indica costos por unidad de tanques necesarios en el Nuevo espacio teniendo en cuenta área y capacidad. Tomado de: Haladjian Industrial Solutions st. (2022). “Depósito de almacenamiento y transporte”. [En línea] Disponible: <https://www.haleco.es/producto/048-326-64-deposito-de-almacenamiento-y-transporte-en-acero-inoxidable-995-l-112-cm-x-112-cm-x-145-cm/>

En CUBO el cual es el Centro de Bombas, Almacenamiento de Reactivos y RESPEL se encuentra que tiene un área disponible de 6 metros cuadrados lo cual no es suficiente para almacenar estos tanques de producto final.

Se debe contar con un área de almacenamiento de tanques mínimo de 15 metros cuadrados teniendo en cuenta espacios de seguridad y lineamientos que generen confiabilidad y prevención de riesgos por materiales almacenados.

Esto con el fin de generar un inventario mayor satisfaciendo a su totalidad el servicio ofrecido con la demanda que exista en el mercado del cliente, generando flexibilidad en cuanto a la producción y cubriendo su necesidad de falta de espacio para el almacenamiento de sus productos terminados.

Cada Unidad de Proceso semi-industrial cuenta con los servicios disponibles a ofrecer como PLC y demás características, los cuales generan un valor agregado a su potencial operación.

Al momento de dar puesta en marcha a la unidad es indispensable que se tenga en cuenta primordialmente las prácticas que recomienda el proveedor de los equipos para los diferentes métodos que se pueden implementar.

2.2.1 Torre de Destilación

La destilación es una operación unitaria en la cual se produce una separación de sustancias que existe por medio de la diferencia de sus volatilidades en una mezcla líquida miscible para después llegar al equilibrio y generar dos fases de líquido y vapor; esta es muy utilizada en la industria petrolera en gasolinas y aromáticos, en la búsqueda del aprovechamiento de componentes químicos y en la industria de alimentos y bebidas alcohólicas. [57]

Ejecuta operaciones del calentamiento a partir de la separación de los componentes al encontrarse en su punto de ebullición, de igual forma realiza vaporización al momento de encontrar similitud de volatilidad entre compuestos para generar la distinción de fases, y finalmente condensación.

Existen diversos tipos de destilaciones:

- Destilación tradicional

La destilación tradicional se mediante la separación de los componentes líquidos según sus puntos de ebullición respectivos, al tener la temperatura necesaria la mezcla genera un vapor que se convierte en el condensado ya purificado. [58]

- Destilación extractiva

La destilación extractiva aunque contiene la mezcla, se genera con la participación de otra sustancia la cual actúa como un agente de separación o solvente que al mezclarse con uno de los componentes de la mezcla forma un azeótropo con el fin de generar mejor aún la separación de componentes. [59]

El solvente a utilizar debe tener características que sean específicas y afines con los componentes de la mezcla, de igual forma deben no ser volátiles pero sí miscibles y deben tener un alto punto de ebullición. [59]

Un azeótropo es una mezcla en la que la fase líquida y la fase de vapor son iguales, con un punto de ebullición constante, e impiden la separación de destilación. [60]

- Destilación azeotrópica

La destilación azeotrópica se da debido a que existe un azeótropo en la mezcla que no permite una separación de componentes por tener puntos de ebullición constantes; por esta razón, se debe agregar una nueva sustancia que genere un azeótropo, para que al encontrarse con el otro pueda ser modificado y con esto lograr el proceso de destilación. [60]

La unidad semi-industrial de destilación con la que se cuenta en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) como se ve en la Figura 11, está ubicada en la Planta en el Centro de Purificación y Refinación (CEPURE), sus proveedores son Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. Cuenta con una torre de destilación continua capaz de realizar procesos con métodos tradicionales, extractivos y azeotrópicos, la cual por medio de los diferentes equipos de la unidad hace competente el monitoreo y estudio de las operaciones escalables.

La unidad de destilación lleva consigo diferentes equipos integrados, una torre de destilación, el sistema de alimentación, condensación y reflujo, y tanques de destilado, medidores, válvulas y sensores.

Una columna de destilación es el medio por el cual se produce la operación unitaria anteriormente descrita, esta tiene diferentes etapas según sea la reacción y su función es generar el destilado y los fondos. [61]

La columna de destilación tiene 3 niveles para poder alimentarla en cualquier parte de la torre y de igual forma con secciones de muestras para la fase líquida. [62]

El sistema de alimentación de la Unidad es por donde ingresa la mezcla en fase líquida, consta de equipos tales como tanques de almacenamiento, una bomba dosificadora de carga y un intercambiador de tubos y coraza. [62]

El sistema de condensación y reflujo consta del proceso de enfriamiento de los vapores de los torres de destilación para luego volver a ser ingresados a la columna misma, cuenta con un intercambiador de tubos y coraza, tanques de acumulación y almacenamiento y con una bomba según corresponde. [62]

Figura 11.
Unidad de Destilación



Nota. Se presenta la Torre de Destilación como Unidad Semi-industrial.

2.2.1.a. Límites Operativos. Conocer los límites operativos para la torre de destilación garantiza seguridad y confianza al momento de operarla, teniendo en cuenta que si se cumplen generará sostenibilidad en los procesos, menor riesgo de accidentes, y no se generará daño en los equipos.

Tabla 3.*Limites Operativos Unidad de Destilación*

LIMITES DESTILACIÓN		
	Superior	Inferior
<i>Bomba 1</i>		
Presión	2.4 bar	0.6 bar
Caudal	37.9 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 115 V	50 Hz - 115 V
<i>Bomba 2 – 3</i>		
Presión	3.3 bar	0.6 bar
Caudal	30.3 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 115 V	50 Hz - 115 V
<i>Agua de Servicio</i>		
Presión	6 bar	2 bar
Caudal	10000 L/h	1000 L/h
<i>Vapor de Servicio</i>		
Presión	13.8 bar	6.2 bar
Flujo	50 kg/h	25 kg/h
Límites Operativos Destilación		
Presión	2.4 bar	0.6 bar
Caudal	30.3 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Destilación incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea]

Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Se observa que a partir de la Tabla 3, la unidad de destilación cuenta con 3 bombas la cual los límites de primera varia de 0.6 bar a 2.4 bar en cuanto a la presión y de 1 L/h a 37.9 L/h para el caudal, para la bomba 2 y 3 sus límites cambian en la presión de 0.6 bar a 3.3 bar y para el caudal de 1 L/h a 30.3 L/h, para todas las bombas la temperatura máxima es de 40 °C y la mínima es de 17 °C, los límites energéticos varían de 50 Hz a

60 Hz con un voltaje constante de 115 V. El agua y vapor de servicio, en la cual por parte del agua de servicio debe cumplir con rangos de 2 a 6 bar para la presión y de 1000 a 10000 L/h para su caudal, y el vapor de servicio su límite de presión debe ser de 6.2 a 13.8 bar y de 25 a 50 kg/h para su flujo. Siendo así, los límites operativos que resiste la unidad de torre de destilación para la temperatura varía de 17 a 40 °C, la presión de 0.6 a 2.4 bar y el caudal de 1 a 30.3 L/h.

Es fundamental conocer los límites establecidos para el Portafolio de Servicios debido a que podrán indicar y demostrar seguridad de la unidad a los clientes, y e igual forma saber cuáles servicios se pueden ofrecer a partir de las condiciones dadas para garantizar un buen uso de la misma.

2.2.1.b. Materiales. Los materiales con los cuales los Proveedores diseñaron la unidad de destilación son de vital importancia tenerlos en cuenta al momento de su uso. Según las especificaciones dadas por el Proveedor de la unidad, indica que su tiempo de vida útil es de 20 años, para su construcción se debieron tener en cuenta parámetros de durabilidad y resistencia, que al ser operada tenga un mínimo efecto de riesgos o daños a su espacio.

Tabla 4.*Materiales Unidad de Destilación*

MATERIALES DESTILACIÓN	
Partes	Materiales
Torre de destilación	Acero inoxidable 304 brillante
Sellos y empaques	Viton
<ul style="list-style-type: none"> • Tanques • Tornillos • Ménsulas de soporte • Empaque • Válvulas • Rehervidor • Intercambiador de calor de tubos y coraza. 	Acero inoxidable 304

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Destilación incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4>
[Sueo](#)

Como se ve en la Tabla 4, la columna de destilación fue realizada con acero inoxidable 304 con acabado brillante, de igual forma los tanques, los tornillos, las ménsulas de soporte, los empaques, las válvulas, el rehervidor, el intercambiador de calor y el tablero de control fueron elaborados por acero inoxidable 304, y se tuvo en cuenta el vitón para los sellos y los empaques de la unidad.

En la [sección 2.1](#) Resistencia a la Degradación Química se realiza un mayor análisis entre materiales de construcción en relación a las sustancias que pueden ser utilizadas. Los materiales de la Unidad de Destilación complementan al Portafolio de Servicios debido a que al conocer su resistencia con las sustancias que se puedan implementar, no existirán fallos ni problemas al momento de toma de decisiones con Clientes, ni daño en su tiempo de vida del equipo según corresponda.

2.2.1.c. Mantenimiento. El mantenimiento de la Unidad de Destilación es esencial para generar durabilidad y lograr el tiempo de vida útil recomendado por el proveedor sin daño a gran escala. Es importante conocer esta información para hacer un correcto

mantenimiento que de eficiencia y no genere pérdidas o interrupciones al momento de realizar los procesos de destilación.

Tabla 5.
Mantenimiento Unidad de Destilación

MANTENIMIENTO DESTILACIÓN	
Tipo	Preventivo
Partes	Bombas Válvulas
Ciclo	Trimestral
Forma	Interno
Duración	8 h - 10 h

Nota. Información del Manual de la Unidad de Destilación incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Como se muestra en la Tabla 5, el tipo de mantenimiento que se le debe realizar a la Unidad de Destilación es preventivo principalmente en las bombas y válvulas teniendo en cuenta que al año este proceso debe ser trimestral de forma interna y contar con un tiempo de 8 a 10 horas.

El mantenimiento preventivo trata de tener ya planificado la revisión y que no llegue de imprevisto un problema en la producción. Para las válvulas y bombas se debe realizar una verificación en los sellos, inspección, limpieza y lubricación. El ciclo de mantenimiento logra garantizar una implementación segura y sin problemas de la unidad. En cuanto a los tiempos, se debe ser consciente de la duración del mantenimiento para que no incurra en los servicios con las empresas.

Para esta unidad se cuenta con la “Guía de mantenimiento equipos de la red hidráulica” realizada por los anteriormente estudiantes Jonathan Sánchez y Hembra Ariza los cuales hacían parte de la planta para el año 2022, esta guía se encuentra en línea y también en la documentación física del CEPIIS para el conocimiento de cualquier persona que lo requiera. [27]

El mantenimiento implica en el portafolio de servicios para poder ofrecerlos siendo conscientes de cómo se encuentra el equipo, para conocer si los datos que

proporcionará son correctos y para generar confianza a los clientes de una buena operación por un cuidado periódico programado.

2.2.1.d. Medidas y Capacidad. El área de la Unidad de Destilación es el espacio que ocupa la torre junto con los equipos que la integran para realizar el proceso. Y la capacidad de sus equipos es necesario tenerlos en cuenta para características de expansión si se requiere o desea y de operación.

Tabla 6.

Medidas y Capacidad de la Unidad de Destilación

MEDIDAS Y CAPACIDAD DESTILACIÓN	
	Datos
Área Total de Unidad	A=10 m ² h = 7 m
Altura total (soportes, tanques, estructura, condensador)	6 m
Agua de servicio	Q _{min} =1 m ³ /h P=2 bar
Tanque de mezcla problema	50 L
Tanque solvente	50 L
Vapor de servicio	P _{min} : 90 psi ṁ = 25 kg/h
Columna destilación	3 secciones h = 1 m φ = 8 in
Tablero de control pantalla	7 in

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Destilación incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Como se expresa en la Tabla 6, el área que tiene el equipo es de 10 m² con una altura total de 7 m, en cuanto al agua de servicio tiene un caudal de 1 m³/h y 2 bar de presión, el vapor de servicio cuenta con una presión de 90 psi con un flujo másico de 25 kg/h, la torre de destilación tiene un diámetro de 4 in con 3 secciones, en cuanto a los tanques

de almacenamiento son capaces de almacenar 50 L y la pantalla del tablero de control tiene 7 in.

El conocimiento de las áreas en el Portafolio de Servicios es fundamental para generar la planificación de actividades, y al momento de ejecutarse los servicios comprender si puede llegar a existir una expansión por parte de las ideas de los Clientes o de la misma planta según sean los requerimientos del proyecto o investigación a operar.

2.2.1.e. Servicios disponibles. Los servicios disponibles son los que generan valor agregado a las unidades, estos hacen que se genere facilidad de uso correcto de los equipos gracias a que tienen ya implementados en sus características ayudas para simplificar los procesos y que sean más detallados.

Según el Proveedor se cuenta con: [62]

- Agua de enfriamiento.
- Vapor de proceso.
- Corriente eléctrica.
- PLC Siemens S7 1200.

El agua de enfriamiento ayuda a adecuar la temperatura de los componentes dentro de la Unidad de Destilación, el vapor de proceso es utilizado para proporcionar calor en las diferentes etapas de la torre según se requiera, se puede proporcionar corriente eléctrica monofásica o trifásica para suministrar energía a cualquier equipo adicional que se necesite, y el PLC al ser un controlador lógico suministrará datos en tiempo real el cual permitirá controlar funciones y parámetros que serán enviados a COCO para realizar desde allí las evaluaciones específicas.

2.2.1.f. Prácticas recomendadas por el proveedor. Las prácticas que son recomendadas por el Proveedor son la primera fase de seguridad y confianza para utilizar una unidad, debido a que ellos al ser los que generaron esa infraestructura ya conocen que esas sustancias utilizadas no generarán daños corrosivos ni a disminuir su vida útil sino que asegura la obtención de productos con calidad a partir de la destilación.

Tabla 7.*Prácticas Unidad de Destilación*

PRÁCTICAS DESTILACIÓN	
Tipo	Operación
Destilación Tradicional	Mezcla etanol agua al 50% p/p
Destilación Azeotrópica	Mezcla 1% butanol en agua
Destilación Extractiva	Deshidratación de etanol azeotrópico con propilenglicol

Nota. Información según Manual de la Unidad de Destilación con datos nuevos. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

En la Tabla 7 se puede observar como por cada tipo de destilación existe una recomendación, para la destilación tradicional la operación sugerida es la mezcla etanol agua al 50% en peso con el fin de producir alcohol industrial, para la destilación azeotrópica corresponde la mezcla 1% butanol en agua para obtener etanol con alta pureza, y finalmente para la destilación extractiva se recomienda es la deshidratación de etanol azeotrópico con propilenglicol.

Las prácticas recomendadas en relación al Portafolio ayudan a encaminar el tipo de servicios que se pueden ofrecer según su adaptación de las sustancias al equipo, de igual forma a la toma de decisiones si el Cliente requiere el proceso descrito allí o similar.

2.2.2 Torre de Absorción

La absorción es un proceso el cual se realiza diversos componentes existentes en una mezcla para gases en la que la transferencia de materia realiza un papel fundamental debido a que se da entre fase gaseosa y líquida que se separan por medio de un gradiente de concentración. [63]

Esta absorción se genera al momento de colocar una mezcla líquido-vapor en contacto con un solvente que absorbe a la sustancia específica en un equipo de absorción. [63]

Es utilizada usualmente 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, lo cual favorece al valor operacional del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). [63]

Existen dos tipos de absorción de gases:

- Física

En la absorción física ingresa un hidrocarburo o agua como disolvente para generar la separación. Es normalmente usada para eliminar componentes no reactivos presentes en la mezcla. [64]

- Química

La absorción química se da al reaccionar componentes gaseosos con líquidos que deben ser específicos para la respectiva mezcla con el fin de actuar como un agente absorbente que genera aceleración en la velocidad del proceso. [64]

La unidad semi-industrial de absorción con la que se cuenta en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) como se expresa en la Figura 12, está ubicada en la Planta en el Centro de Purificación y Refinación (CEPURE), sus Proveedores son Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. Cuenta con una torre de absorción la cual al realizar operaciones se pueden llegar a recolectar datos para estudio y descripciones de procesos con el fin de manipular, analizar y realizar el monitoreo de las operaciones escalables. [65]

La unidad de absorción se compone de equipos los cuales son una torre de absorción, un sistema generador de aire, de humidificación, de vacío, de almacenamiento gastado y fresco, de igual forma un tablero de control. [65]

Una columna de absorción elimina o absorbe componentes de sustancias en fase vapor-líquido, por medio de la agregación de otra sustancia con afinidad semejante a la mezcla. [66] Cuenta con 2 secciones de cabezal inferior y superior, de igual forma con diversas tomas de muestras para líquidos y sensores para conocer la caída de presión y su temperatura. [65]

El sistema de generación de aire está compuesto por equipos como un compresor con purga y filtro de material particulado, manómetro y regulador de flujo para el aire. [65]

El sistema de solvente fresco cuenta con tanques para almacenamiento, solventes, también una bomba centrífuga, válvulas y ménsulas de soporte. En cuanto al sistema de solvente gastado con los mismos equipos anteriores pero su diferencia surge en qué

tiene tanques de almacenamiento con chaqueta para generar el calentamiento de la sustancia. [65]

El tablero de control cuenta con indicadores de condiciones naturales, de igual forma con equipos como bombas y tiene en cuenta paradas de emergencia. [65]

La unidad de absorción es importante para complementar el Portafolio de Servicios en cuanto a conocer detalladamente el equipo a partir de sus límites, materiales que lo componen o áreas, generando una ruta de identificación de operaciones que pueden incluirse en el Portafolio y con esto producir seguridad en los servicios que se van a ofrecer a los Clientes, y tomar decisiones a partir de propuestas de proyectos o investigaciones teniendo en cuenta las capacidades que puede resistir. [65]

Figura 12.
Unidad de Absorción



Nota. Se presenta la Torre de Absorción como Unidad Semi-industrial.

2.2.2.a. Límites Operativos. Los límites operativos son esenciales para el conocimiento de la Unidad de Absorción con el fin de crear seguridad al operar el equipo por parte de las personas encargadas, mantenerlos en buen estado para que los equipos operen de forma correcta y lograr que sus productos terminados cuenten con las especificaciones correctas que se pretendan.

Tabla 8.*Límites Operativos Unidad de Absorción*

LIMITES ABSORCIÓN		
	Superior	Inferior
<i>Bomba 1</i>		
Presión	3.3 bar	0.6 bar
Caudal	30.3 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 115 V	50 Hz - 115 V
<i>Bomba 2</i>		
Caudal	40 L/h	5 L/h
Temperatura	60 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 110 V	50 Hz - 110 V
<i>Bomba 3</i>		
Presión	2 bar	1 bar
Caudal	42 L/h	35 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 0.145 kW	50 Hz - 0.120 kW
<i>Aire de Proceso</i>		
Presión	5 bar	2 bar
Caudal	40 L/h	20 L/h
<i>Agua de Humidificación</i>		
Caudal	10000 L/h	1000 L/h
Temperatura	25 °C	18 °C
Límites Operativos Absorción		
Presión	2 bar	0.6 bar
Caudal	30.3 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Absorción incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de Operación planta de absorción de gases. Ref PAG-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

En la Tabla 8 se expresan los límites de la Unidad, esta cuenta 3 bombas que varían de 0.6 a 3.3 bar para la presión y de 1 L/h a 30.3 L/h para el caudal, la bomba 2 acepta en su caudal de 5 a 40 L/h y la temperatura de 17 a 60 °C, finalmente la bomba 3 soporta en presión de 0.6 a 2 bar y para el caudal de 35 L/h a 42 L/h, para las bombas 1 y 3 la temperatura máxima es de 40 °C y la mínima es de 17 °C, y para todas las bombas sus

límites energéticos de voltaje son iguales siendo de 50 Hz a 60 Hz con un cambio en voltajes, para la bomba 1 es constante en 115 V mientras que para la 2 es 110 V. El aire de proceso se utiliza de 2 a 5 bar para la presión y de caudal de 20 a 40 L/min, el agua de humidificación maneja rangos de 18 a 25 °C de temperatura y de 30 a 50 L/min para el caudal. Siendo así, los límites operativos que resiste la unidad de torre de absorción para la temperatura varían de 17 a 40 °C, la presión de 0.6 a 2 bar y el caudal de 1 a 30.3 L/h.

Los límites intervienen en el Portafolio de Servicios para conocer las características de operación y la capacidad de los equipos, y con esto al momento de recibir una propuesta de un cliente se puede generar una correcta toma de decisiones en cuanto al proyecto que se va a implementar en la planta.

2.2.2.b. Materiales. Conocer los materiales con los cuales los Proveedores construyeron la unidad y por ende los equipos tiene su fundamento en cuanto a que es el primer paso para después conocer cuáles sustancias son resistentes a dichos materiales para su puesta en marcha. Se debe tener en cuenta que, según las especificaciones dadas por el proveedor de la unidad de absorción, indican que su tiempo de vida útil es de 20 años.

Tabla 9.

Materiales Unidad de Absorción

MATERIALES ABSORCIÓN	
Partes	Materiales
Torre de absorción	Acero inoxidable 304 con acabado brillante
Sellos	Teflón (PTFE)
Columna humificadora Tuberías Válvulas Tanques Ménsulas de soporte Tornillos Tapa flanchada Unión clamp	Acero inoxidable 304
Línea de desagüe	PVC

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Absorción incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de Operación planta de absorción de gases. Ref PAG-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Como se muestra en la Tabla 9, la unidad está construida con 3 tipos de materiales, uno de estos es el acero inoxidable 304 que se encuentra en la columna de absorción y la humidificadora, tuberías, válvulas, tanques, ménsulas de soporte, tornillos, tapa flanchada y unión clamp, otro de los materiales es PVC para la línea de desagüe y el para los sellos se utiliza teflón (PTFE).

En la [sección 2.1](#) Resistencia a la Degradación Química se realiza un mayor análisis entre materiales de construcción en relación a las sustancias que pueden ser utilizadas. Los materiales de los equipos de la unidad de absorción son fundamentales conocerlos para que no existan errores de operación al momento de colocarlos en uso a la par de las sustancias químicas y ofrecer los servicios a partir de los equipos teniendo claridad y seguridad de los equipos que se pueden suministrar a los Clientes.

2.2.2.c. Mantenimiento. El mantenimiento es importante realizarlo en la Unidad de Absorción debido a que produce seguridad y confiabilidad al momento de usar los equipos, se debe realizar periódicamente como sea establecido con el fin de lograr el tiempo de vida útil con las correctas condiciones de operación y para evitar grandes daños en su estructura.

Tabla 10.

Mantenimiento Unidad de Absorción

MANTENIMIENTO ABSORCIÓN	
Tipo	Preventivo Correctivo
Partes	Bombas (Centrífuga, De vacío) Motorreductor
Ciclo	Anual
Forma	Interno
Duración	8 h - 10 h

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Absorción incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de Operación planta de absorción de gases. Ref PAG-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Como se observa en la Tabla 10, el tipo de mantenimiento que se le debe realizar es preventivo y correctivo, primordialmente en las partes de las bombas centrífugas y de vacío, y en el motorreductor, esto en un tiempo anual de forma interna teniendo en cuenta que su proceso conlleva un periodo de 8 a 10 horas. [65]

El mantenimiento preventivo se basa en realizar visitas en un determinado periodo en específico antes que ocurra algún daño que genere detención o suspensión de los procesos que se estén llevando a cabo en la unidad. En cuanto al mantenimiento correctivo se da en el momento que se presenten problemas en la operación de forma inmediata para su rápida corrección de fallas.

Se cuenta para la unidad de absorción con la “*Guía de mantenimiento equipos de la red hidráulica*” realizada los egresados Jonathan Sánchez y Hamba Ariza que para el año 2022 hicieron parte del equipo de trabajo de la Planta, esta guía se encuentra en línea y también en la documentación física del CEPIIS para el conocimiento de cualquier persona que lo requiera. [27]

2.2.2.d. Medidas y Capacidad. Las áreas radican en su importancia con conocer detalladamente la capacidad que tiene cada equipo de la unidad de destilación, indica las medidas de espacio que utiliza la misma y sus equipos.

Tabla 11.

Medidas y Capacidad Unidad de Absorción

MEDIDAS Y CAPACIDAD ABSORCIÓN	
	Datos
Área Equipo	5 m ² h = 3 m
Columna humidificadora	φ = 3 in h = 60 cm
Columna de absorción	2 secciones h = 2 m φ = 6 in
Tuberías	φ = 1 in φ = 1/4 in
Tanques de almacenamiento	50 L
Válvulas	φ = 1/2 in

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Absorción incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de Operación planta de absorción de gases. Ref PAG-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Como indica la Tabla 11, el área de la unidad es de 5 m² con una altura de 3 m, el diámetro es de 3 in y altura de 60 cm para la columna humidificadora, y para la columna de absorción se tiene un diámetro de 3 in, con 2 m de altura y se divide en 2 secciones, sus tuberías tienen un diámetro de 1 a ¼ pulgada, cuenta con tanque de almacenamiento con capacidad de 50 L y válvulas de diámetro de ½ pulgada.

Las áreas y capacidades que contiene la Unidad para el conocimiento del Portafolio de Servicios son importantes al momento de ofrecer un servicio de esa unidad o que el Cliente la requiera para que en el proyecto que propongan se tengan en cuenta estos parámetros para su uso y ejecución.

2.2.2.e. Servicios disponibles. Los servicios disponibles ayudan a facilitar los procesos y que puedan implementarse diversos procesos en los equipos según sea su necesidad. Igualmente generan un valor agregado a la unidad en el portafolio de servicios porque se proponen como diferenciadores entre las demás a nivel industrial.

Según el proveedor se cuenta con: [65]

- Toma de muestras fase líquida.
- Visor de vidrio.
- Tablero de control.
- Gases especiales (CO₂, Aire).
- Agua de humidificación.

La toma de muestras para una fase líquida ayuda en el proceso de realización de ensayos y conocimiento de cambios en la operación realizada, el visor de vidrio sirve para visualizar lo que está ocurriendo dentro del equipo en cuanto a cambios en su fase o según sean sus condiciones naturales de la mezcla, el tablero de control proporciona datos en tiempo real para poder ser visualizados en COCO, cuenta con gases especiales de dióxido de carbono y aire con el fin de actuar como herramientas de aporte a proyectos o investigaciones, y en cuanto al agua de humidificación es necesaria para mantener un armonía entre la mezcla y el equipo para se genere la operación en condiciones adecuadas.

2.2.2.f. Prácticas recomendadas por el Proveedor. Conocer las prácticas que recomienda el proveedor es fundamental al momento de empezar su operación debido a que al comenzar con estas se tendrá seguridad y confiabilidad que los equipos van a funcionar de manera óptima.

Según el proveedor PSE S.A.S las prácticas para la Unidad de Absorción son: [65]

- CO₂ con solución alcalina.
- CO₂ con aminas.
- Compuestos orgánicos volátiles con aceite lubricante.
- Aire contaminado con gases ácidos.
- Aire contaminado con alcalinos con agua.
- Absorción con líquidos iónicos.

Las prácticas que se recomiendan son amigables con el medio ambiente, lo cual es fundamental para ejecutarlas en la Planta debido a que lo más importante es tener en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para cada proceso que se vaya a ejecutar.

De esta forma, las prácticas recomendadas por el Proveedor ayudarán a encaminar los servicios que se pueden ofrecer y las operaciones que se pueden llevar a cabo con seguridad de no generar daño en los equipos.

2.2.3 Extractor Sólido-Líquido Líquido-Líquido

La extracción es una operación unitaria la cual realiza separaciones en mezclas de uno o varios compuestos líquidos o sólidos a partir de un disolvente específico que cumpla con características requeridas. [67]

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

- Extracción sólido-líquido:

La extracción sólido-líquido también es usualmente llamada lixiviación, esta se da por medio de un disolvente líquido que al mezclarse con un sólido pulverizado genera una disolución con uno de los compuestos que hacen parte del sólido. [68]

- Extracción líquido-líquido:

La extracción líquido-líquido consiste en utilizar un disolvente para generar dos fases en una mezcla líquida en la cual una es soluble y la otra es no soluble, es allí que se genera la extracción con el último mencionado. [69]

La Unidad semi-industrial de Extracción con la que se cuenta en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) que se observa en la Figura 13, está ubicada en la planta en el Centro de Purificación y Refinación (CEPURE), sus Proveedores son Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. Cuenta con un extractor capaz de realizar procesos de tipo sólido-líquido y líquido-líquido, el cual por medio de los diferentes equipos de la unidad hace competente el monitoreo y estudio de las operaciones escalables.

La unidad de extracción cuenta con un sistema de calentamiento, de extracción, de concentración para el extracto, y de vacío, de igual forma hay un condensador, bombas centrífugas, un intercambiador de tubos y coraza, condensador, tanques de recolección de solvente y el tablero de control. [70]

Los tanques pueden servir para los fluidos calefactores en cuanto al sistema de calentamiento y de concentración para el extracto, tienen como función el cambio de

temperatura del extractor al pasar el fluido a la chaqueta. También se encuentra el tanque que sirve de percolador de tipo agitado, el cual tiene un sistema de característica de pivote con el fin de generar una descarga más eficiente y rápida de los sólidos por medio de 3 posiciones diferentes. [70]

El visor de condensación permite realizar toma de muestras tanto experimentales como visuales para conocer en detalle cómo se está ejecutando el proceso, mientras que el concentrador tiene como herramienta un desflemador el cual cumple la función de no permitir la formación de espuma como prevención.

El tablero de control indica el avance del proceso según a las condiciones que está llevando a cabo la mezcla y sus posibles cambios, muestra los datos en tiempo real de los equipos de la unidad de extracción.

La Unidad de Extracción es fundamental para el Portafolio de Servicios porque por medio de esta se podrán ofrecer servicios tanto de consultoría, como de escalamiento, de investigación, entre otros, a partir de procesos sostenibles que contribuyen a la innovación o a las empresas que requieran adaptar sus procesos.

Figura 13.
Unidad de Extracción



Nota. Se presenta el Extractor sólido-líquido líquido-líquido como Unidad Semi-industrial.

2.2.3.a. Límites Operativos. Tener presente los límites operativos para la Unidad de extracción permite garantizar el uso adecuado de estos equipos, generando seguridad y fiabilidad en el momento de su operación y ejecución.

Tabla 12.*Límites Operativos Unidad de Extracción*

LIMITES EXTRACTOR S-L L-L		
	Superior	Inferior
<i>Bomba 1</i>		
Presión	2 bar	0.6 bar
Caudal	42 L/h	35 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 0.145 kW	50 Hz - 0.120 kW
<i>Aceite Térmico</i>		
Temperatura	130 °C	Menos 10 °C
Límites Operativos Extractor S-L L-L		
Presión	2 bar	0.6 bar
Caudal	42 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Extracción incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de extracción sólido-líquido y líquido-líquido. Ref PESL. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión." [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Partiendo de la información de la Tabla 12, la unidad de extracción cuenta con 1 bomba sus límites varían de 0.6 bar a 2 bar en cuanto a la presión y de 35 L/h a 42 L/h para el caudal, para la temperatura la máxima es de 40 °C y la mínima es de 0 °C, e igual para el los energéticos siendo de 50 Hz a 60 Hz. El aceite térmico del sistema de calentamiento del extractor puede estar a temperaturas de menos 17 °C hasta 130 °C. Siendo así, los límites operativos que resiste la unidad de extracción, para la temperatura varían de 17 a 40 °C, la presión de 0.6 a 2 bar y el caudal de 1 a 42 L/h.

La relación entre los límites de la unidad de extracción y el Portafolio de Servicios es de gran importancia hacia los Clientes, ya que el conocimiento de estos permitirá el desarrollo adecuado de sus proyectos y el buen uso de los equipos generando sostenibilidad en proceso.

2.2.3.b. Materiales. Es importante el conocimiento de los materiales con los cuales está construida la unidad de extracción ya que esto permite comprender la resistencia,

durabilidad y capacidad de desempeño de la misma. Según las especificaciones dadas por el proveedor de la unidad, indica que su tiempo de vida útil es de 20 años.

Tabla 13.

Materiales Unidad de Extracción

MATERIALES EXTRACTOR S-L L-L	
Partes	Materiales
Extractor	Acero inoxidable 304 con acabado brillante
Sellos	Teflón (PTFE)
Agitadores Tuberías Válvulas Tanques Ménsulas de soporte Tornillos Intercambiador de coraza y tubos	Acero inoxidable 304
Visor	Vidrio

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Extracción incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación planta de extracción sólido-líquido y líquido-líquido. Ref PESL. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión.” [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

En cuanto a los materiales con los que está fabricada la unidad de extracción, según la Tabla 13 se puede observar que se destacan 3 materiales, el acero inoxidable 304 para el extractor, agitadores, tuberías, válvulas, tanques, ménsulas de soporte, tornillos, intercambiador de coraza y tubos; Teflón (PTFE) para los sellos y por último para el visor el material utilizado es el vidrio.

2.2.3.c. Mantenimiento. El mantenimiento de la Unidad de Extracción, ejecutado de manera adecuada y periódicamente asegura el buen funcionamiento, previene fallos o averías que interfieran en los tiempos de los procesos de los Clientes y garantizan el cumplimiento de las especificaciones del Proveedor sobre la vida útil de la Unidad.

Tabla 14.

Mantenimiento Unidad de Extracción

MANTENIMIENTO EXTRACTOR S-L L-L	
Tipo	Preventivo Correctivo
Partes	Bombas (Centrífuga, De vacío) Motorreductor
Ciclo	Anual
Forma	Interna
Duración	8 - 10 h

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Extracción incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación planta de extracción sólido-líquido y líquido-líquido. Ref PESL. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión.” [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Según la Tabla 14, podemos destacar que en la unidad de extracción se requiere realizar dos tipos de mantenimiento: *el preventivo* aplicándose principalmente a las Bombas Centrífuga, de vacío y a la motoreductor con frecuencia anual y de manera interna con tiempo aproximada de 8 a 10 horas y *el mantenimiento correctivo* según sea requerido en su momento.

2.2.3.d. Medidas y Capacidad. El área de la Unidad de Extracción es el espacio de ocupa el extractor y los demás equipos que integran esta Unidad y que permiten hacer lo relacionado con este proceso, es conveniente tener sus características presentes en la operación de ésta y en el momento que se requiera su expansión.

Tabla 15.*Medidas y Capacidad Unidad de Extracción*

MEDIDAS Y CAPACIDAD EXTRACTOR S-L L-L	
	Datos
Área Total de Unidad	2 m ² h = 2.5 m
Planta de Extracción	H=2.08 m l=1.7 m w=0.4 m
Percolador de Agitado	20 L
Tanque fluido calefactor (Aceite Térmico)	50 L h= 1.4m l= 0.5m w=0.4m
Tanques colectores solvente	10 L
Tanque de Concentrador	20 L
Visor	1 L

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Extracción incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de extracción sólido-líquido y líquido-líquido. Ref PESL. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión." [En línea] Disponible: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRm_wTMRUfmSRqQj4Sueo

En la Tabla 15 podemos observar que el área requerida para la operación adecuada de la Unidad de Extracción es de 2 m² por una altura de 2.5m, entre eso encontramos el principal equipo que es la planta de extracción y sus medidas son: largo 1.7 m, ancho 40 cm y alto 2.08m, el Percolador de Agitado que tiene una capacidad de 20 litros, El tanque de Aceite Térmico con medidas de largo 50 cm, ancho 40 cm y alto 1.4m, los tanques Colectores de Solvente que son simétricos y tienen capacidad de almacenamiento de 10 L cada uno, El tanque del concentrador con una capacidad de 20 L y el Visor con capacidad de hasta 1 L.

2.2.3.e. Servicios disponibles. Los servicios disponibles son los que generan valor agregado a las unidades, generando facilidad en el uso correcto de los equipos gracias a que tienen ya implementados sus características lo que permite simplificar los procesos y que sean más detallados.

Según el proveedor se cuenta con: [70]

- Aceite térmico.
- Tablero de control.
- Monofásico y trifásico.
- Flujo de agua de refrigeración.

El aceite térmico es un fluido de tipo parafínico es de alta estabilidad térmica, el tablero de control permite monitoreo constante y en tiempo real de temperatura y presión entre otros, dando agilidad en el momento de la toma de datos del proceso, ofrece también la posibilidad de conexión de equipos externos monofásicos o trifásicos y un sistema de refrigeración para el proceso de condensación. [70]

2.2.3.f. Prácticas recomendadas por el Proveedor. Las prácticas que son recomendadas por el proveedor son la primera fase de seguridad y confianza para utilizar una unidad, debido a que ellos al ser los que generaron esa infraestructura ya conocen que esas sustancias utilizadas no generarán daños corrosivos ni va disminuir su vida útil sino que asegura la obtención de productos con calidad.

- Percolación
- Extracción supercrítica
- Diagramas ternarios
- Absorción con líquidos iónicos

2.2.4 Secador

El secado es una operación unitaria que se puede definir como la separación de la humedad de un sólido a través de un gas, abarcando 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, teniendo presente que el líquido no debe llegar al punto de ebullición ya que el sólido perdería sus propiedades físicas y biológicas. [71]

El secado cumple con varias funciones en la industria, entre ellas se pueden mencionar la preservación de materiales, el manejo y almacenaje de productos y concentración de solutos. [71]

En este proceso intervienen factores como la velocidad del secado, la presión y el tamaño de la partícula.

La unidad semi-industrial de secado con la que se cuenta en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) como expresa la Figura 14, está ubicada en la Planta en el Centro de Purificación y Refinación (CEPURE), sus Proveedores son Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. Cuenta con un secador de bandejas capaz de realizar curvas de secado, la cual por medio de los diferentes equipos de la unidad hace competente el monitoreo y estudio de las operaciones escalables.

La Unidad de Secado se compone de los siguientes equipos: Ventilador, Sistema de adecuación de humedad, Sistema de calentamiento, Cámara de secado, Instrumentos de medición y tablero de control. [72]

El sistema de secado cuenta con un ventilador centrífugo que provee el aire que pasa por un filtro evitando la contaminación de partículas o microorganismos pudiendo graduar su velocidad para la regulación del secado. [72]

El reservorio de agua se encuentra ubicado en el sistema de adecuación de humedad antes de las resistencias de calentamiento, este es alimentado por una bomba de agua y aspersores que permiten controlar la humedad del aire requerido para en este proceso. [72]

La cámara de secado permite hacer un seguimiento visual, en donde se observan las tres bandejas de secado y en ella se encuentra un sensor de temperatura y humedad, y para la medición de velocidad del aire tiene un anemómetro. [72]

En el tablero de control se encuentran los componentes electrónicos los cuales suministrarán al Centro de Optimización y Control COCO los datos del proceso en ejecución, permitiendo accionar el equipo y regular así temperatura, flujo y humedad del aire. [72]

Figura 14.
Unidad de Secado



Nota. *Se presenta el Secador como Unidad Semi-industrial.*

2.2.4.a. Límites Operativos. Conocer los límites operativos para la Unidad de Secado genera seguridad y confianza en el momento de operar el equipo, si se cumplen, se reduce el riesgo de accidentes, se aporta a la vida útil del equipo y genera sostenibilidad y fiabilidad en los procesos.

Tabla 16.*Limites Operativos Unidad de Secado*

LIMITES SECADOR DE BANDEJAS		
	Superior	Inferior
<i>Bomba</i>		
Presión	5 bar	0.6 bar
Caudal	110 L/h	20 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 240 V	50 Hz - 100 V
<i>Límites Operativos Secador</i>		
Presión	5 bar	0.6 bar
Caudal	110 L/h	20 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Secado incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación secador de bandejas. Ref SB500. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

En la Tabla 16 anterior podemos observar que la unidad de secado cuenta con una bomba la cual tiene límites que varían de 0.6 bar a 5 bar en cuanto a la presión y de 20 L/h a 110 L/h para el caudal, la temperatura máxima es de 40 °C y la mínima es de 17 °C, y para los energéticos 50 Hz de 100 V a 60 Hz de 240 V. Siendo así, los límites operativos que resiste la unidad de secado para la temperatura varía de 17 a 40 °C, la presión de 0.6 a 5 bar y el caudal de 20 a 110 L/h.

2.2.4.b. Materiales. Tener conocimiento de los materiales con los que los Proveedores construyeron la Unidad de Secado y los equipos que la componen va de la mano con luego conocer las sustancias resistentes para dichos materiales y así su puesta en ejecución. Se debe tener en cuenta que, según las especificaciones dadas por el proveedor de la unidad de absorción, indican que su tiempo de vida útil es de 20 años.

Tabla 17.*Materiales Unidad de Secado*

MATERIALES SECADOR DE BANDEJAS	
Partes	Materiales
Secador	Acero inoxidable 304 con acabado brillante
Sellos	Teflón (PTFE)
Malla tejida Tuberías Tornillos	Acero inoxidable 304
Visor	Vidrio

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Secado incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: *Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación secador de bandejas. Ref SB500. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>*

La Unidad de Secado está fabricada principalmente como se expresa en la Tabla 17 en acero inoxidable 304 el secador de bandejas, la cámara de secado, las bandejas recubiertas por una malla del mismo material, los sellos de estos están fabricados en teflón (PTFE) y el visor en vidrio. Los materiales con los cuales diseñaron la unidad de Secado son de vital importancia tenerlos en cuenta al momento de su uso. Según las especificaciones dadas por el Proveedor de la unidad, indica que su tiempo de vida útil es de 20 años, para su construcción se tuvieron en cuenta parámetros de durabilidad y resistencia, que al ser operada tenga un mínimo efecto de riesgos o daños a su espacio.

Estas características de la Unidad de Secado permiten en el Portafolio de Servicios garantizar la disponibilidad de este equipo, cuidando el impacto ambiental y la sostenibilidad en los procesos.

2.2.4.c. Mantenimiento. El mantenimiento adecuado de la Unidad de Secado reduce el riesgo generando seguridad en el momento de su uso ya que al ser inspeccionado con regularidad garantiza un óptimo funcionamiento, manteniendo así la vida útil del equipo y su correcta operación. [72]

Tabla 18.
Mantenimiento Unidad de Secado

MANTENIMIENTO SECADOR DE BANDEJAS	
Tipo	Preventivo Correctivo
Partes	Bombas (Centrífuga, De vacío) Motorreductor Báscula
Ciclo	Anual
Forma	Interna
Duración	8 h - 10 h

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Secado incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación secador de bandejas. Ref SB500. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Como se observa en la Tabla 18, se debe realizar mantenimiento preventivo y correctivo en toda la Unidad de Secado, pero principalmente al equipo rotatorio y bombas centrífuga y de vacío, con personal certificado y materiales adecuados para esto, recomendado de forma anual y con una duración promedio de 8 a 10 horas. [72]

2.2.4.d. Medidas y Capacidad. El área de la Unidad de Secador es el espacio ocupado por este y otros equipos que forman parte de esta Unidad y que se utilizan para realizar actividades relacionadas con el proceso de secado. Es importante tener en cuenta las características de estos equipos al operar la unidad y al considerar la posibilidad de expandirla en el futuro.

Tabla 19.*Medidas y Capacidad Unidad de Secado*

MEDIDAS Y CAPACIDAD SECADOR	
	Datos
Área Equipo	2 m ² h = 2 m
Área Bandejas	0.09 m ²
Ventilador	500 ft ³ /min P = 1 inH ₂ O
Bandejas	3

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Secado incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación secador de bandejas. Ref SB500. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Como se observa en la Tabla 19, la Unidad de Secado requiere un área libre de 2 m² y una altura de 2 m para operación en condiciones normales, y cuenta con un ventilador centrífugo que puede proveer hasta 500 pies cúbicos de aire por minuto, con presión de 1 pulgada por columna de agua, la cámara de secado en su interior cuenta con 3 bandejas removibles. [72]

Es de gran importancia tener claro la capacidad de la Unidad de Secado y el espacio que requiere para su adecuado funcionamiento ya que en el momento de la presentación del Portafolio de Servicios al Cliente podrá tener claridad del tiempo que requiere para el proceso que lleva a cabo la Unidad y la disponibilidad o posibilidad de expansión de la Unidad.

2.2.4.e. Prácticas recomendadas por el Proveedor. Las prácticas recomendadas por el Proveedor ayudan a asegurar que se genere la vida útil de forma completa a partir de prácticas correctas, teniendo en cuenta que ellos son quienes diseñan y producen los equipos generando confiabilidad y sostenibilidad en los procesos.

Unas de las prácticas recomendadas por el Proveedor PSE S.A.S son: [72]

- Alimentos

- Minerales
- Biomasa

2.2.5 Planta Térmica

Una planta Térmica es una unidad de proceso que posee equipos que permiten de manera real producir energía [30], a través de la combustión de ACPM, siendo capaz de generar procesos energéticos, la cual por medio de los diferentes equipos de la unidad hace competente el monitoreo y estudio de las operaciones escalables. [73]

La unidad semi-industrial de destilación con la que se cuenta en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) como se ve en la Figura 15, está ubicada en la Planta en el Centro de Servicios Industriales (CESI), sus proveedores son Ingenium LTDA. Cuenta con un Suavizador de agua, Tanque de combustible, Tanque de predosificado y medición volumétrica de ACPM, Caldera de vapor, Tanque de condensados, Distribuidor de vapor, Sobrecalentador eléctrico, Turbina de vapor, Condensador de vapor, Torre de enfriamiento, Generador de energía eléctrica, Tanques de agua fría y caliente, Intercambiador de calor de coraza y tubos, Intercambiador de placas, Válvula PID, Tablero de consumo de energía, Tableros eléctricos auxiliares, Caudalímetros y elementos de medición. [30]

El Suavizador o ablandador de agua, es un equipo que por medio de resinas de intercambio iónico y catiónico elimina las sales minerales que originan la dureza del agua, previniendo la corrosión en las partes metálicas de la Unidad, su proceso se realiza mediante ciclos de servicio, retrolavado, regeneración, enjuague y reposición de agua con la ayuda de un eyector de vacío. [30]

El tanque de combustible es un depósito seguro que almacena líquidos inflamables como ACPM o gas propano, dirigidos hacia el quemador de la caldera. Puede referirse a cualquier contenedor de almacenamiento de combustible en un sistema de motor, que puede variar en tamaño y complejidad. [30]

La caldera es parte esencial en los sistemas de vapor y se requiere un control riguroso. El nivel del agua en la caldera debe ser monitoreado y se debe suministrar agua para mantenerlo estable. El proceso que realiza para su funcionamiento es a través del agua calentada hasta su punto de ebullición, produciendo vapor. [30]

Referente a los Tanques que componen esta Unidad, encontramos el Tanque de predosificado y medición volumétrica de ACPM permite visualizar el consumo de la caldera continuamente, el Tanque alimentación de agua y retorno de condensados, que almacena el agua suave que viene del suavizador y el líquido condensado y el Tanque de agua fría y caliente, son contenedores elevados para la ejecución del proceso o prevención de incendios. [30]

El Distribuidor de vapor es la conexión entre la Nota que genera el vapor (caldera) y la distribución para los diferentes equipos por medio de tuberías que requieran energía calorífica. [30]

Sobrecalentador eléctrico es un equipo que amplifica la eficacia de la caldera al proporcionando vapor sobrecalentado a la turbina de generación de electricidad. Funciona calentando agua fría utilizando elementos de calefacción eléctrica y distribuyendo el agua caliente a través de tuberías para su uso en la planta térmica. [30]

La Turbina de vapor es un equipo acoplado a un generador eléctrico que convierte la energía del vapor sobrecalentado en electricidad mediante un intercambio de cantidad de movimiento. [30]

Torre de enfriamiento es un equipo abierto a la atmósfera, que enfría el agua de algún proceso industrial para disminuir la temperatura de esta, que sale de un sistema de intercambio de calor y permite su reutilización en el proceso o su desecho de manera segura sin causar impacto en el medio ambiente. [30]

Los tableros son 5, el tablero principal con elementos de mando y control, sistemas de seguridad que garantizan funcionamiento confiable y seguro de todas las aplicaciones, el de la caldera, el de la torre de enfriamiento, el de los intercambiadores de calor y el tablero del sobrecalentador. [30]

Figura 15.
Unidad de Planta Térmica



Nota. *Se presenta la Planta Térmica como Unidad Semi-industrial*

2.2.5.a. Límites Operativos. Conocer los límites operativos para la Planta Eléctrica brinda al Cliente y los operadores de los equipos seguridad y confianza al momento de puesta en marcha, teniendo en cuenta que si se cumplen los límites generará sostenibilidad en los procesos, menor riesgo de accidentes, manteniendo su vida útil sin generar daño en los equipos.

Tabla 20.
Límites Operativos Planta Térmica

LIMITES PLANTA TÉRMICA		
	Superior	Inferior
<i>Regulador de Aire</i>		
Presión	6 bar	1 bar
Temperatura	52 °C	17 °C
<i>Bomba 1</i>		
Presión	3 bar	0.6 bar
Caudal	46.9 L/h	2.35 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 440 V	50 Hz - 220V
<i>Bomba 2</i>		
Presión	3 bar	0.9 bar
Caudal	34.5 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 220 V	50 Hz - 127 V
<i>Compresor</i>		
Presión	8 bar	2 bar
Caudal	25 L/h	20 L/h
<i>Torre de Enfriamiento</i>		
Caudal	9403 L/h	7950 L/h
Temperatura	70 °C	40 °C
<i>Caldera</i>		
Presión	8.62 bar	3.5 bar
<i>Turbina</i>		
Presión	10 bar	8 bar
<i>Suavizador</i>		
Presión	3.4 bar	1 bar
Caudal	3407 L/h	1000 L/h
Límites Operativos Planta Térmica		
Presión	3 bar	0.6 bar
Caudal	34.5 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Planta Térmica incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). García Estupiñan, Julián Camilo. (2022). "Manual centro de servicios industriales". [En línea]

Disponible:

<https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/manual-centro-de-servicios-industriales.pdf>

Según la Tabla 20, se observa que los límites para el regulador de aire va de 1 a 6 bar en la presión y de 0 a 52 °C de temperatura. Cuenta con 2 bombas en la cual los límites de presión son iguales de 0.9 a 3 bar, de igual forma la temperatura de 0 a 40 °C y los energéticos de 50 a 60 Hz con la diferencia que para la primera bomba va de 220 a 440 V y la segunda de 127 a 220 V respectivamente, la primera bomba tiene límite de caudal de 2.35 a 46.9 L/h y la segunda de 1 a 35.5 L/h.

El compresor los presenta de 2 a 8 bar para la presión y de 20 a 25 L/h en el caudal, la torre de enfriamiento tiene límite de caudal entre 7950 a 9403 L/h y de temperatura de 40 a 70 °C, la caldera presenta en su presión 3.5 bar a 8.62 bar mientras que la turbina de 8 a 10 bar, finalmente el suavizador tiene para 1 a 3.4 bar en presión y 1000 a 3407 L/h para caudal.

Siendo así, los límites operacionales que resiste la unidad de planta térmica para la temperatura varía de 0 a 40 °C, la presión de 0.9 a 3 bar y el caudal de 1 a 34.5 L/h.

2.2.5.b. Materiales. Conocer los materiales con que está diseñada y fabricada la Planta Térmica por parte de los Proveedores es importante para su buen uso y cuidado ya que más adelante se estudiará la compatibilidad de estos materiales con otras sustancias, según las especificaciones dadas por el Proveedor de la unidad, indica que su tiempo de vida útil es de 20 años, para su fabricación tuvieron en cuenta parámetros de durabilidad y resistencia, para que al ser operada tenga un mínimo efecto de riesgos o daños a su espacio.

Tabla 21.*Materiales Planta Térmica*

MATERIALES PLANTA TÉRMICA	
Partes	Materiales
Caldera	Acero inoxidable 304 con acabado brillante
Sellos	Teflón (PTFE)
Tanque alimentación de agua Tuberías	Acero carbón
Tanque de combustible	Acero HR cal 1/8
Tanque de predosificación	Acrílico
Válvulas Intercambiadores de calor Carcasas	Acero inoxidable 304
Aislamiento	Lana de vidrio
Tanque de agua	Acero HR cal 12

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Planta Térmica incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). García Estupiñan, Julián Camilo. (2022). "Manual centro de servicios industriales". [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/manual-centro-de-servicios-industriales.pdf>

Según la Tabla 21, podemos concluir que la mayoría de sus equipos están elaborados en Acero Inoxidable 304, como lo son la caldera, válvulas, el Intercambiador de calor, las carcasas, en Acero de carbón se fabricaron el tanque de alimentación de agua y algunas tuberías, es empleado el Acero HR o Hot Rolled en el tanque de combustible y el tanque de agua en diferentes calibres, 1/8 de pulgada correspondiente a 3.18 mm y calibre 12 equivalente a 2.66 mm, para el Aislamiento térmico es utilizado la lana de vidrio y en los sellos se emplea el Teflón (PTFE).

La relación que tiene los materiales de la Planta Térmica con el Portafolio de Servicio con estos se pueden evaluar los proyectos que suministren los Clientes para la toma de decisiones según la necesidad y sustancias que se manejen en la investigación para la implementación en los equipos.

2.2.5.c. Mantenimiento. El mantenimiento llevado a cabo de manera periódica de la planta térmica es primordial para asegurar su buen funcionamiento y prevención de

fallas ya que esto ayudaría a que la planificación y ejecución de los procesos de los Clientes sea efectiva en cuanto al cumplimiento, si estos mantenimientos son realizados por personal profesional garantizan el cumplimiento de la vida útil de los equipos.

Tabla 22.
Mantenimiento Planta Térmica

MANTENIMIENTO PLANTA TÉRMICA	
Tipo	Preventivo Correctivo
Partes	Equipos
Ciclo	Semanal Mensual
Forma	Interna
Duración	8 h - 10 h

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Planta Térmica incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). García Estupiñan, Julián Camilo. (2022). “Manual centro de servicios industriales”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/manual-centro-de-servicios-industriales.pdf>

Según la Tabla 22, podemos establecer que el mantenimiento preventivo, en general a la planta se debe realizar un mantenimiento preventivo semanal, permitiendo el drenaje de los tanques y de la torre de enfriamiento de la válvula chimenea, el agregar aditivo a los tanques de condensados y enfriamientos, revisar que no tenga elementos que causen obstrucción; también se puede establecer que se requiere un mantenimiento mensualmente de todos los equipos que puede tener una duración de 8 a 10 horas. [30]

2.2.5.d. Medidas y Capacidad. Establecer la medida y capacidad de la Planta Térmica permite tener un concepto sobre el espacio que ocupa la Unidad dentro de la Planta, permitiendo una adecuada planificación y distribución de los equipos, así como una eficiente circulación del personal y los recursos necesarios para su operación. Además, esta información facilita la identificación de posibles mejoras y oportunidades de expansión en el futuro.

Tabla 23.

Medidas y Capacidad Planta Térmica

MEDIDAS PLANTA TÉRMICA	
	Datos
Área Total de la Unidad	A = 15m ² L = 7 m w = 5 m h = 3 m

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Planta Térmica incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). García Estupiñan, Julián Camilo. (2022). "Manual centro de servicios industriales". [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/manual-centro-de-servicios-industriales.pdf>

El área requerida para la Planta Térmica es de 15m² con una altura de 3m, para el adecuado funcionamiento, según los parámetros brindados por el Proveedor Ingenium LTDA expresados en la Tabla 23. [30]

Teniendo claro estas especificaciones al articularlo con el Portafolio, se brinda un adecuado Servicio que puede contribuir a una transición energética y ecológica, creando un desarrollo sostenible para los procesos que se van a ejecutar según lo requiera el cliente.

2.2.5.e. Prácticas recomendadas por el Proveedor. Estar al tanto de las prácticas que relaciona el Proveedor en sus documentos, es fundamental al momento de empezar su operación debido a que al comenzar con estas se tendrá seguridad y confiabilidad que los equipos van a funcionar de manera óptima.

- Generación de Energía Eléctrica
- Producción de Vapor para Procesos Industriales
- Tratamiento de Agua para la Caldera

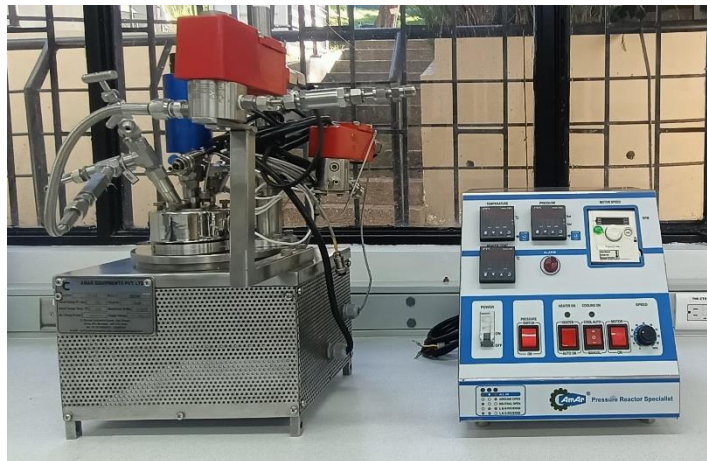
2.2.6 Reactor de Alta Presión

Un reactor químico es un equipo diseñado para realizar una o más reacciones químicas en su interior. Consiste en un recipiente cerrado con entradas y salidas para las sustancias químicas, y está controlado por un algoritmo. El Reactor de alta presión es de tipo discontinuo y puede utilizarse para reacciones endotérmicas o exotérmicas

permitiendo realizar reacciones en vacío mediante la extracción de aire del tanque de reacción por medio de un tubo Venturi con circulación de vapor de agua. [74]

La unidad semi-industrial de Reactor de Alta Presión con la que se cuenta en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) como se muestra en la Figura 16, está ubicada en la Planta en el Laboratorio de Procesos Biológicos y de Calidad (BIOCAL), sus proveedores son AMAR EQUIPMENTS PVT LTD. Cuenta con un tanque interno, un externo, un condensador, un tanque separador, diversas válvulas como, válvula de muestreo, de carga de gas, de ventilación, de seguridad de presión, de bola, de descarga inferior. [74]

Figura 16.
Unidad de Reacción de Alta Presión



Nota. Se presenta el Reactor de alta presión como Unidad Semi-industrial.

2.2.6.a. Límites Operativos. Comprender los límites operativos del Reactor de Alta Presión brinda seguridad y confianza en el momento de la puesta en marcha del equipo, reduciendo el riesgo de accidentes y aportando a la vida útil del equipo y lo cual crea sostenibilidad y fiabilidad en los procesos.

Tabla 24.

Límites Operativos Reactor de Alta Presión

LIMITES OPERATIVOS REACTOR DE ALTA PRESIÓN		
	Superior	Inferior
Temperatura	400 °C	17 °C
Presión	100 bar	0.6 bar
Volumen	250 mL	100 mL

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Reactor de Alta Presión incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: 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/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

En cuanto a los límites estipulados por el Proveedor del equipo se pueden encontrar en la Tabla 24 la temperatura que debe estar entre los 17 y 400 °C, la presión del reactor debe estar entre los 0.6 y 100 bar y su volumen de capacidad está entre los 100 y los 250 mL.

2.2.6.b Materiales. Los materiales con los cuales los Proveedores diseñaron el Reactor de Alta Presión son de vital importancia y se deben tener presentes al momento de su ejecución. Según las especificaciones suministradas por el Proveedor de la unidad, indica que su tiempo de vida útil es de 20 años, dando un adecuado uso de la misma según los parámetros de durabilidad y resistencia y que al ser operada tenga un mínimo efecto de riesgos o daños a su espacio.

Tabla 25.*Materiales Reactor de Alta Presión*

MATERIALES REACTOR DE ALTA PRESIÓN	
Partes	Materiales
Reactor	Acero inoxidable 304 con acabado brillante
Sellos	Teflón (PTFE)
Tuberías Válvulas Tornillos	Acero inoxidable 304

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Reactor de Alta Presión incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: 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/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

En la Tabla 25 se puede observar que el Reactor está fabricado en acero inoxidable 304 al igual que las tuberías, válvulas y tornillos, el material usado para con sus sellos es Teflón (PTFE).

2.2.6.c. Mantenimiento. El mantenimiento del Reactor de Alta presión es el proceso que garantiza la efectividad de la ejecución del proyecto del Cliente dando la garantía de que el equipo se encuentra es estado óptimo para su funcionamiento.

Tabla 26.*Mantenimiento Reactor de Alta Presión*

MANTENIMIENTO REACTOR DE ALTA PRESIÓN	
Tipo	Preventivo Correctivo
Partes	Bombas
Ciclo	Semestral
Forma	Interna
Duración	8 h - 10 h

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Reactor de Alta Presión incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: 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/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

El mantenimiento periódico preventivo de toda la Unidad debe realizarse al menos dos veces por año para un funcionamiento prolongado y sin problemas como indica la Tabla 26, realizando cambio de disco de ruptura, presión y pruebas, este mantenimiento se realizará por personal experto dentro de la Planta y tendrá una duración aproximada de 8 a 10 horas.

2.2.6.d. Medidas y Capacidad. Determinar las dimensiones del Reactor de Alta Presión brinda una comprensión del espacio que la Unidad ocupa dentro de la Planta, lo cual posibilita una planificación precisa y una distribución eficiente de los equipos.

Tabla 27.
Medidas y Capacidad Reactor de Alta Presión

MEDIDAS Y CAPACIDAD REACTOR ALTA PRESIÓN	
	Datos
Área Equipo	l= 37 cm w=44 cm h = 60 cm

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Reactor de Ata Presión incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: 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/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

El Reactor de Alta Presión tiene medidas de 37cm de largo por 44 cm de profundidad con una altura de 60 cm, según toma manual de medidas presentadas en la Tabla 27.

Conociendo las especificaciones que suministra el Proveedor, el Portafolio de Servicio permite generar la planificación de actividades y en momento de la ejecución podrá contribuir a que los procesos sean según lo requiera el cliente.

2.2.6.e. Servicios disponibles. Los servicios disponibles son aquellos que aportan valor adicional a las unidades, lo cual facilita el uso correcto de los equipos debido a que incluyen características que simplifican los procesos y brindan detalles adicionales.

Entre los servicios disponibles por el Proveedor se encuentran: [75]

- Agua de enfriamiento
- Gases especiales (N2, O2, CO2)

- Tablero SS

2.2.6.f. Prácticas recomendadas por el Proveedor. Es esencial familiarizarse con las prácticas recomendadas por el proveedor al iniciar la operación, ya que esto garantizará la seguridad y confiabilidad de que los equipos funcionarán de manera óptima.

- Reacciones orgánicas
- Reacciones inorgánicas
- Polimerización
- Hidrogenación
- Oxidación
- Productos intermedios farmacéuticos
- Ingredientes farmacéuticos activos (API)
- Síntesis de combustibles de alta pureza

2.2.7 Biorreactor

Un biorreactor o fermentador es una parte fundamental en los procesos biotecnológicos. Su principal función es crear un ambiente controlado permitiendo el crecimiento de microorganismos y la producción de productos deseados y se encarga de mantener condiciones estériles para cultivar únicamente la especie biológica de interés. [76]

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. [77]

La unidad es una herramienta adecuada para desarrollar procesos de cultivo celular y microbiano en reactores agitados. [77]

La unidad semi-industrial de Biorreacción con la que se cuenta en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) como se presenta en la Figura 17, está ubicada en la Planta en el Laboratorio de Procesos Biológicos y de Calidad (BIOCAL), sus proveedores son Process Solutions and Equipment PSE S.A.S.

Figura 17.
Unidad de Bioreacción



Nota. Se presenta el Biorreactor como Unidad Semi-industrial.

2.2.7.a. Límites Operativos. Tener presente los límites operativos para la Unidad de Bioreacción permite brindar el uso apropiado de este equipo, creando seguridad y fiabilidad en el desarrollo del proceso.

Tabla 28.
Límites Operativos Biorreactor

LIMITES OPERATIVOS BIORREACTOR		
	Superior	Inferior
Volumen trabajo	1,5 L	0,7 L
Velocidad agitación	1200 rpm	150 rpm
Temperatura	80 °C	17 °C

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Biorreactor incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Bionet Engineering. (2023). "Catálogo biorreactors / fermentors F1 R&D – 1/10". [En línea] Disponible:

https://www.elementec.ie/uploads/products/quote/brochures/1536324791_0_F1_and_TWIN_Biorreactor.pdf

Según la Tabla 28 podemos decir que los límites del Volumen de Trabajo del Biorreactor Bionet FCU van desde 0,7 a 1,5 Litros, con una velocidad de agitación desde 150 a 1200 revoluciones por minuto y trabaja a una temperatura mínima entre 17 °C y 80 °C.

La conexión entre los límites de la unidad de Bioreacción y el conjunto de Servicios ofrecidos es crucial para los Clientes, ya que comprender estos aspectos les permitirá

llevar a cabo sus proyectos de manera efectiva y aprovechar al máximo los equipos, lo que a su vez generará un proceso sostenible.

2.2.7.b. Materiales. Es de vital importancia tener un buen entendimiento de los materiales utilizados en la construcción del biorreactor, ya que esto nos permite comprender su resistencia, durabilidad y rendimiento. Según las especificaciones proporcionadas por el proveedor, se estima que su vida útil es de 20 años.

Tabla 29.
Materiales Biorreactor

MATERIALES BIORREACTOR	
Partes	Materiales
Reactor	Acero inoxidable 304 con acabado brillante
Tanque	Acero inoxidable
Tornillos	Acero inoxidable 304
Recipientes de cultivo	Vídrio

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Biorreactor incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Bionet Engineering. (2023). “Catálogo biorreactors / fermentors F1 R&D – 1/10”. [En línea] Disponible:

https://www.elementec.ie/uploads/products/quote/brochures/1536324791_0_F1_and_TWIN_Biorreactor.pdf

En la Tabla 29 podemos encontrar que gran parte del Biorreactor está fabricado en Acero inoxidable excluyendo los recipientes de cultivo.

2.2.7.c. Mantenimiento. El mantenimiento de la Biorreactor, ejecutado de manera adecuada y periódicamente asegura el buen funcionamiento, previene fallos o averías que interfieran en los tiempos de los procesos de los Clientes garantizando el cumplimiento de las especificaciones del Proveedor sobre la vida útil de la Unidad.

Tabla 30.
Mantenimiento Biorreactor

MANTENIMIENTO BIORREACTOR	
Tipo	Preventivo Correctivo
Partes	Biorreactor Biofermentador
Ciclo	Trimestral
Forma	Interna
Duración	8 h - 10 h

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Biorreactor incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Bionet Engineering. (2023). "Catálogo biorreactors / fermentors F1 R&D – 1/10". [En línea] Disponible:

https://www.elementec.ie/uploads/products/guote/brochures/1536324791_0_F1_and_TW_IN_Biorreactor.pdf

Según la Tabla 30 se establece que el mantenimiento requerido por el Biorreactor y el fermentador, se debe realizar de manera preventiva cada tres meses con una duración aproximada de 8 a 10 horas.

2.2.7.d. Medidas y Capacidad. El espacio que ocupa el Biorreactor y los demás equipos que integran esta Unidad permiten hacer lo relacionado con este proceso, es conveniente tener sus características presentes en la operación de ésta y en el momento que se requiera su expansión.

Tabla 31.
Medidas y Capacidad Biorreactor

MEDIDAS Y CAPACIDAD BIORREACTOR	
	Datos
Total de Unidad	w = 895 mm h = 840 mm d = 500 mm
Altura del Biorreactor	323 mm
Diámetro Exterior	135 mm
FCU Externa	w = 360 mm h = 840 mm d = 500 mm 50 kg

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Biorreactor incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Bionet Engineering. (2023). "Catálogo biorreactors / fermentors F1 R&D – 1/10". [En línea] Disponible: https://www.elementec.ie/uploads/products/quote/brochures/1536324791_0_F1_and_TWIN_Biorreactor.pdf

En la Tabla 31 podemos observar que el espacio total que ocupa la Unidad es de ancho 895 mm, alto 840 mm y profundo 500 mm, el Biorreactor solo tiene una altura de 323 mm con un diámetro exterior de 135 mm y la herramienta de Control e Instrumentación FCU mide de ancho 360 mm, alto 840 mm y profundo 500 mm y peso de 50 kg.

2.2.7.e. Servicios disponibles. Los servicios disponibles son aquellos que ofrecen beneficios adicionales a la Unidad de Bioreacción, esto genera un mayor interés para el Cliente generando confiabilidad y sostenibilidad en los procesos.

- Agua de enfriamiento
- Gases especiales (N2, O2, CO2)
- Tablero
- Extracción de muestras

2.2.7.d. Prácticas recomendadas por el proveedor. Es esencial tener conocimiento de las prácticas recomendadas por el proveedor al iniciar la operación, ya que esto garantizará la seguridad y confiabilidad de que los equipos funcionarán de manera óptima.

- Cultivos aeróbicos

- Cultivos anaeróbicos
- Cultivo de células

2.2.8 Banco de Reactores

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. [78]

Los reactores químicos tienen como funciones principales:

Garantizar que los reactivos tengan el contacto adecuado o el flujo correcto dentro del recipiente, con el objetivo de lograr una mezcla deseada con los materiales que reaccionan. [78]

Facilitar el periodo adecuado de interacción entre las sustancias y el catalizador, con el fin de alcanzar la extensión deseada de la reacción. [78]

Suministrar las condiciones de presión, temperatura y composición de manera que la reacción ocurra a la intensidad y velocidad deseadas, teniendo en cuenta los aspectos relacionados con la termodinámica y la cinética de la reacción. [78]

La unidad semi-industrial del Banco de Reactores con la que se cuenta en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) que se presenta en la Figura 18, está ubicada en la Planta en el Centro de transformación y Adecuación (CETA), sus proveedores son Process Solutions and Equipment PSE S.A.S.

Existen diversos tipos de reactores en la Industria, estos son: [79]

- Reactor Batch

Este reactor opera por lotes por su dificultad en el desarrollo de la operación continua, generalmente usados para productos costosos, El reactor es llenado con los reactivos por periodos prolongados obteniendo altas conversiones, estos reactivos no poseen flujo de entrada ni de salida de reactivos o productos. [79]

- Reactor CSTR

Sus siglas Continuous Stirred Tank Reactor, también llamados reactores continuos de tanque agitado, utilizado en reacciones en fase líquida comúnmente utilizado en la

industria por que se dice que produce la mezcla perfecta, manteniendo las variables de temperatura y la concentración de corriente son iguales tanto al interior como en la salida de la mezcla. Posee flujo de entrada y salida de productos y reactivos sin reacción. [79]

- Reactor PFR

Significa Plug Flow Reactor, pertenece al grupo de reactores tubulares muy utilizado en la industria para reacciones en fase gaseosa, ya que los materiales reaccionan de forma continua que fluyen por el reactor, cambiando la concentración continuamente. [79]

- Reactores PBR

Se refiere a Packed Bed Reactor o reactores empacados, llamados así porque el catalizador se encuentra empacado dentro del reactor, usado para reacciones catalíticas heterogéneas en las cuales la velocidad de la reacción es dada por la masa del catalizador sólido. [79]

Figura 18.

Unidad de Banco de Reactores



Nota. *Se presenta el Banco de Reactores como Unidad Semi-industrial*

2.2.8.a. Límites Operativos. Los límites operativos son importantes para el adecuado uso de la Unidad de Banco de Reactores con el fin de realizar de manera óptima los procesos que puede ejecutar esta Unidad, manteniéndolos en buen estado y alcanzando la culminación efectiva de cada proceso.

Tabla 32.*Límites Operativos Banco de Reactores*

LIMITES BANCO DE REACTORES		
	Superior	Inferior
<i>Bomba 1</i>		
Presión	2.4 bar	0.6 bar
Caudal	35 L/h	1 L/h
Temperatura	35 °C	0 °C
Energéticos	60 Hz - 120 V	50 Hz - 120 V
<i>Bomba 2</i>		
Presión	3.3 bar	2 bar
Caudal	30.3 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	0 °C
Energéticos	60 Hz - 115 V	50 Hz - 115 V
<i>Agua de Enfriamiento</i>		
Presión	3 bar	2 bar
Caudal	4000 L/h	3500 L/h
Límites Operativos Banco de Reactores		
Presión	2.4 bar	0.6 bar
Caudal	30.3 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Banco de Reactores incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación banco de reactores. Ref br. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Mediante la Tabla 32 podemos decir que la Unidad del Banco de Reactores está delimitada de la siguiente manera cuenta con 2 bombas, la primera tiene límites de presión de 0.6 a 2.4 bar con caudal de 1 a 35 L/h de temperatura 17 a 35 °C y energéticos de 50 a 60 Hz con voltaje constante de 120 V, la segunda bomba se limita en 2 a 3.3 bar con caudal de 1 a 30.3 L/h una temperatura de 17 a 40 °C y con energéticos de 50 a 60 Hz con voltaje constante de 115 V. El agua de enfriamiento tiene límites de 2 a 3 bar para presión y 3500 a 4000 L/h de caudal. Siendo así, los límites operacionales que

resiste la unidad de banco de reactores para la temperatura varían de 17 a 35 °C, la presión de 0.6 a 2.4 bar y el caudal de 1 a 30.3 L/h.

2.2.8.b. Materiales. Se resalta la importancia de considerar los materiales con los que el Proveedor fabricó la unidad de Banco de Reactores al utilizarla. Según las especificaciones proporcionadas por el proveedor, la unidad está diseñada para tener una vida útil de 20 años. Durante su construcción, se tuvo en cuenta aspectos claves para su durabilidad y resistencia, con el objetivo de minimizar los riesgos y daños durante su operación, asegurando así un funcionamiento seguro y a tiempo.

Tabla 33.

Materiales Banco de Reactores

MATERIALES BANCO DE REACTORES	
Partes	Materiales
Reactores	Acero inoxidable 304 con acabado brillante
Sellos	EPDM
Tanques Cabezal Tuberías Válvulas Tornillos Intercambiador de calor	Acero inoxidable 304

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Banco de Reactores incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación banco de reactores. Ref br. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea]

Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Esta Tabla 33 permite conocer los materiales con los cuales fueron fabricados los equipos de la Unidad del banco de reactores, entre ellos se destacan para los reactores, cabezal de las bombas dosificadoras, tanques de alimentación, tuberías, tornillos, válvulas e Intecambiador de calor, para estos fue utilizado el acero Inoxidable y para los sellos el teflón (PTFE).

2.2.8.c. Mantenimiento. El mantenimiento de la Unidad de Banco de Reactores es esencial para generar resistencia y prolongar duración, logrando el tiempo de vida útil recomendado por el Proveedor. Es importante conocer esta información para hacer un

correcto mantenimiento y no generar pérdidas o interrupciones en cuanto a los procesos contratados con los Clientes.

Tabla 34.
Mantenimiento Banco de Reactores

MANTENIMIENTO BANCO DE REACTORES	
Tipo	Preventivo Correctivo
Partes	Bombas (Centrífugas) Motorreductor
Ciclo	Anual
Forma	Interna
Duración	8 h - 10 h

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Banco de Reactores incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación banco de reactores. Ref br. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea] Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

En la Tabla 34 anterior se explica que el mantenimiento a la Unidad del Banco de Evaporadores se debe realizar de forma preventiva y correctiva, Preventiva de forma anual para alargar la vida útil de los equipos, requiere realizarse dentro de la Planta libre de polvo o agentes contaminantes, de forma anual, este mantenimiento puede tomar aproximadamente de 8 a 10 horas, y de forma correctiva cuando así los equipos lo requieran.

2.2.8.d. Medidas y Capacidad. Establecer la medida y capacidad de la Unidad de Banco de Reactores permite tener un concepto claro sobre el espacio que ocupa la Unidad dentro de la Planta, permitiendo una adecuada planificación y la identificación de posibles mejoras y oportunidades de expansión en el futuro.

Tabla 35.
Medidas y Capacidad Banco de Reactores

MEDIDAS BANCO DE REACTORES	
	Datos
Área Equipo	3.75 m ² h = 2.61 m l = 1.5 m w = 2.50 m
Suministro eléctrico	V = 220 V I = 80 A f = 60 Hz
Reactores CSTR	Continuos Mezcla perfecta 1 L 3 unidades
Reactor CSTR	3 L
Reactores PFR	Tubulares Flujo-pistón 1 L 3 unidades
Reactor PFR	3 L
Reactor PBR	Multitubular Lecho empacado 1 L 9 tubos
Tanques almacenamiento	15 L
Tanques aceite térmico	25 L

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Banco de Reactores incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación banco de reactores. Ref br. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

En la Tabla 35 anterior se encuentran las medidas especificadas por el Proveedor de la Unidad del Banco de Reactores, el área que ocupa es de 3.75 m², se encuentran 3 Reactores CSTR continuos, de mezcla perfecta de capacidad de 1 litro y otro reactor CSTR de 3 litros, también se encuentra dentro de la Unidad 3 reactores PFR Tubulares de flujo pistón de 1 litros y 1 de 3 litros también 1 reactor multitubular de 1 litro, componen también la Unidad cuenta con 2 tanques de alimentación de 15 litros de

capacidad, cuenta también con 2 sistemas de calentamiento cada uno con un tanque de 25 litros.

2.2.8.e. Servicios disponibles. Los servicios disponibles son los que generan valor agregado a la Unidad, resaltando la Planta para realizar procesos diferenciadores por sus características.

Según el Proveedor se cuenta con: [79]

- Tablero de control
- PLC Simatic S7 1200
- Aceite térmico
- Gases especiales (N₂, CO₂)
- Agua de enfriamiento

2.2.8.f. Prácticas recomendadas por el Proveedor. Estas prácticas son respetuosas con el medio ambiente, hecho que es básico para la puesta en marcha en la Planta en vista que es trascendental los para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en cada proceso que se vaya a iniciar.

- Reacciones homogéneas en fase líquida
- Reacciones heterogéneas
- Reacciones catalíticas
- Reacciones liberación de gases

2.2.9 Tren de Evaporadores

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. [80]

La Unidad del tren de evaporadores está compuesta por evaporador triple efecto, esto se da cuando existe un conjunto de evaporadores en serie. Al primer evaporador se le

denomina evaporador de primer efecto y al segundo, de segundo efecto y así sucesivamente [80]

La unidad semi-industrial del Tren de Evaporadores Triple Efecto con la que se cuenta en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) como se presenta en la Figura 19, está ubicada en la Planta en el Centro de transformación y Adecuación (CETA), sus proveedores son Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. Está compuesta por el sistema de almacenamiento, los tanques para la recolección de condensado y de producto concentrado, tiene tres unidades de evaporación uno con sistema de chaqueta y dos con sistema de calandrias, con alimentación en paralelo o contracorriente, y con circulación forzada o natural, también cuenta con un condensador de vapor, sistemas de recolección de condensados, y tablero de control. [81]

Figura 19.
Unidad de Tren de Evaporadores



Nota. Se presenta el Tren de Evaporadores como Unidad Semi-industrial

2.2.9.a. Límites Operativos. Conocer los límites operativos para la Unidad de del Tren de evaporadores, genera seguridad y confianza en el momento de operar el equipo, si

se cumplen, se reduce el riesgo de accidentes, se aporta a la vida útil del equipo y genera sostenibilidad en los procesos.

Tabla 36.

Límites Operativos Tren de Evaporadores

LIMITES TREN DE EVAPORACIÓN TRIPLE EFECTO		
	Superior	Inferior
<i>Bomba 1 - 2 – 3</i>		
Presión	3.3 bar	0.6 bar
Caudal	30.3 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 115 V	50 Hz - 115 V
<i>Bomba 4</i>		
Presión	2 bar	1 bar
Caudal	4200 L/h	3500 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 0.145 kW	50 Hz - 0.120 kW
<i>Bomba 5</i>		
Caudal	40 L/h	5 L/h
Temperatura	60 °C	17 °C
Energéticos	60 Hz - 110 V	50 Hz - 110 V
<i>Agua de Servicio</i>		
Presión	5 bar	2 bar
Caudal	2500 L/h	1000 L/h
Límites Operativos Tren de Evaporación Triple Efecto		
Presión	2 bar	0.6 bar
Caudal	30.3 L/h	1 L/h
Temperatura	40 °C	17 °C

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Tren de Evaporadores incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación tren de evaporación triple efecto. Ref TE-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

En la Tabla 36 se observa la Unidad de Evaporación maneja 5 bombas, las tres primeras son iguales así que comparten los límites en cuanto a presión de 0.6 a 3.3 bar con caudal de 1 a 30.3 L/h de temperatura 17 a 40 °C y energéticos de 50 a 60 Hz con voltaje

constante de 115 V, la cuarta bomba se limita en 1 a 2 bar con caudal de 3500 a 4000 L/h una temperatura de 17 a 40 °C y con energéticos de 50 a 60 Hz con voltaje de 0.120 a 0.145 V, y finalmente la quinta tiene límites de caudal de 5 a 40 L/h de temperatura 17 a 60 °C y energéticos de 50 a 60 Hz con voltaje constante de 110 V. El agua de servicio que es el proveniente del sistema de recirculación la presión de esta va 2 a 5 bar y su caudal de 1000 a 2500 L/h. Siendo así, los límites operacionales que resiste la unidad de tren de evaporadores para la temperatura varían de 17 a 40 °C, la presión de 17 a 2 bar y el caudal de 1 a 30.3 L/h.

2.2.9.b. Materiales. Los materiales con los cuales los Proveedores diseñaron la unidad de Evaporación, es de vital importancia tenerlos en cuenta al momento de su uso. Según las especificaciones dadas por el Proveedor de la unidad, indica que su tiempo de vida útil es de 20 años, para su construcción se tuvo en cuenta parámetros de durabilidad y seguridad, y en el momento de ser operada tendrá un mínimo efecto de riesgos o daños a su espacio.

Tabla 37.
Materiales Tren de Evaporadores

MATERIALES TREN DE EVAPORACIÓN TRIPLE EFECTO	
Partes	Materiales
Tren de evaporadores	Acero inoxidable 304 con acabado brillante
Sellos	EPDM
Tanques Cámara de separación Cabezal inferior Tuberías Válvulas Tapas Tornillos	Acero inoxidable 304

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Tren de Evaporadores incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación tren de evaporación triple efecto. Ref TE-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Como se observa en la Tabla 37, la mayoría de los equipos están elaborados en Acero Inoxidable, como lo son el tren de evaporadores, los tanques, la cámara de Cámara de

separación, Cabezal inferior, Tuberías, Válvulas, Tapas, Tornillos y los sellos en Teflón (PTFE).

2.2.9.c. Mantenimiento. El mantenimiento adecuado de la Unidad de Evaporación reduce el riesgo generando seguridad en el momento de su uso, ya que al ser inspeccionado con regularidad garantiza un óptimo funcionamiento, manteniendo así la vida útil del equipo y su correcta operación.

Tabla 38.
Mantenimiento Tren de Evaporadores

MANTENIMIENTO TREN DE EVAPORACIÓN TRIPLE EFECTO	
Tipo	Preventivo Correctivo
Partes	Bombas (Centrífugas, De vacío, Dosificadoras) Eléctrico
Ciclo	Semestral
Forma	Interna
Duración	8 h - 10 h

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Tren de Evaporadores incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “Manual de operación tren de evaporación triple efecto. Ref TE-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión”. [En línea] Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Según la Tabla 38, el mantenimiento del tren de evaporación de triple efecto, se debe realizar de dos maneras, tanto preventiva, como correctiva, el mantenimiento preventivo debe realizarse especialmente sobre las Bombas, centrífuga, de vacío, Dosificadoras, y eléctricas de manera semestral con duración aproximada de 8 a 10 horas.

2.2.9.d. Medidas y Capacidad. El área de la Unidad de Evaporadores es el espacio ocupado los evaporadores y otros equipos que forman parte de esta Unidad y que se utilizan para realizar actividades relacionadas con el proceso de evaporación. Es importante tener en cuenta las características de estos equipos al operar la unidad y al considerar la posibilidad de expandirla en el futuro.

Tabla 39.

Medidas y Capacidad Unidad de Evaporación

MEDIDAS Y CAPACIDAD TREN DE EVAPORACIÓN TRIPLE EFECTO	
	Datos
Área Equipo	10 m ² h = 2.5 m
Tanque de alimento	38 L
Tuberías	$\varphi = 0,25$ m
Chaqueta	17 L
Tanque de almacenamiento	30 L
Tanque de condensados	32 L

Nota. Información a partir del Manual de la Unidad de Tren de Evaporadores incluyendo datos nuevos encontrados. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación tren de evaporación triple efecto. Ref TE-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Según la Tabla 39 mencionada anteriormente, el área que ocupa el equipo son 10m² por una altura de 2.5 metros, el tanque de alimentación es de 38 litros, un evaporador tipo chaqueta con capacidad de 17 litros, un tanque de almacenamiento con capacidad de 30 litros y los tanques de condensados de 32 litros cada uno.

2.2.9.e. Servicios disponibles. Los servicios disponibles son aquellos que ofrecen beneficios adicionales a la Unidad de Evaporación, esto genera un mayor interés para el Cliente proporcionando confiabilidad y sostenibilidad en los procesos.

Según el proveedor se cuenta con: [81]

- Tablero de control
- PLC Simatic S7 1200
- Agua de enfriamiento

2.2.9.f. Prácticas recomendadas por el Proveedor. Se precisa primordial conocer las prácticas recomendadas por el Proveedor al iniciar la operación, ya que esto garantizará

la seguridad de que los equipos funcionarán de manera óptima y la calidad en el proceso a realizar.

- Concentración de soluciones acuosas de azúcar.
- Concentración de soluciones acuosas de cloruro de sodio.
- Concentración de soluciones acuosas de soda caustica.
- Concentración de soluciones acuosas de glicerina.
- Concentración de soluciones acuosas de azúcar gomas.
- Concentración de soluciones acuosas de leche.
- Concentración de soluciones acuosas de jugo de naranja.

3. ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y VERSATILIDAD EN LAS UNIDADES DE PROCESO SEGÚN LAS TENDENCIAS Y SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA QUÍMICA

El mundo se encuentra en un constante cambio, todos los días donde la tecnología y el cuidado del medio ambiente son el sustento del objeto de investigación continua a nivel mundial para fortalecer los procesos y operaciones que se llevan a cabo cotidianamente en la industria.

Es por esto que se debe conocer cuál puede llegar a ser el potencial uso en operaciones para las unidades de proceso teniendo en cuenta que sean versátiles para la continua evolución que existe en la industria química considerando los riesgos que se pueden llevar a cabo al momento de la puesta en marcha o ejecución de los equipos para generar seguridad en la planta.

La versatilidad puede lograr crear una herramienta estratégica al momento de operar una unidad de proceso, debido a que si existe un correcto uso de las mismas se puede lograr llegar a utilizar diferentes operaciones químicas en los equipos, de igual forma si existen cambios en el sector químico en la demanda del mercado, la versatilidad ofrece la oportunidad de adaptarse fácilmente y dar una respuesta a las necesidades actuales. Lo cual depende de la información estructural y operacional que se haya obtenido para conocer la capacidad de adaptabilidad de las unidades.

De igual forma se incorpora una base esencial la cual implica la seguridad en la planta a partir de su uso y de los diferentes riesgos que puedan existir en su puesta en marcha, para generar confianza y garantizar integridad en las personas que se encuentren dentro del CEPIIS y en la adecuada implementación de proyectos en las unidades.

Con esto se puede relacionar las operaciones que se pueden realizar en la planta a partir de las tendencias que se presentan actualmente para el desarrollo del Portafolio de Servicios y la integración de los mismos con los servicios a ofrecer para destacar un valor agregado de versatilidad en procesos sostenibles.

3.1 Tendencias en la Industria Química

La Industria Química está en constante cambio supliendo las necesidades que existen actualmente en el sector y adaptándose a las nuevas innovaciones de operaciones y procesos que van surgiendo a diario.

Las tendencias de la industria química oscilan constantemente en las operaciones potenciales que existen y surgen en la actualidad, esto es debido a que los procesos evolucionan de forma acelerada gracias a la industria 4.0, los avances tecnológicos, la digitalización, la automatización y las preocupaciones que existen hoy en día por el cuidado del medio ambiente y la prevención de daños al mismo. [82]

Se está siempre en constante cambio, más en este momento donde la sostenibilidad es factor principal en los procesos que se implementan, investigan y ejecutan para versátiles operaciones de producción.

Siendo así, es importante que en el CEPIIS se conozcan las tendencias que se usan actualmente para potenciar el uso correcto de las unidades de proceso semi-industrial disponibles con las que cuenta. Con esto se tendrá competitividad industrial con las demás plantas piloto que existen en la ciudad de Bogotá o ya sea a nivel Colombia.

Al realizar búsqueda de información junto con el documento de ficha técnica “*Estudio tendencias de la disciplina*” [83] tomado de la Universidad, se encuentra que las tendencias más importantes que afectan la industria química actualmente son:

3.1.1 Innovación y sustentabilidad

La innovación se puede generar en productos o procesos a los cuales se les realiza mejoras o cambios a actividades que se han realizado de forma común cotidianamente, esto se realiza por medio de investigaciones y prácticas aplicadas al objeto de estudio. [84]

La sustentabilidad se da por medio de un desarrollo de defensa que implica hacer un correcto uso de los recursos naturales sin realizar daños al medio ambiente y no repercutir en deterioros para la vida humana futura. [85]

De esta forma, al tener en cuenta el incremento de los daños que tiene el cambio climático y a su vez la disminución de los recursos naturales, estos dos mencionados anteriormente se complementan en cuanto a los efectos que generan las emisiones de gases tóxicos a la atmósfera.

Es por esto que la industria busca capturar las emisiones de carbono, también reducir los combustibles fósiles pero a su vez aumentar el uso de energías renovables para generar un mejor ambiente en el planeta que no contenga emisiones que afecten desde

las reacciones químicas y en las realizaciones de productos o en la ejecución de operaciones. [86]

El cumplimiento normativo se vuelve fundamental debido a que existen organizaciones que emiten gases perjudiciales que al momento de incumplir las leyes específicas según su ubicación tienen como consecuencia diferentes sanciones económicas, pero aun así ya han generado el daño.

Lo que se busca es a partir de innovación y del desarrollo sustentable preservar el planeta, los recursos naturales y el medio ambiente generando nuevos productos o mejorando procesos operacionales que contribuyan en generaciones futuras al mundo. Teniendo en cuenta lo anterior, a partir de innovación y sustentabilidad se pueden ofrecer diferentes servicios en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) por medio del cual se pueden llegar a ofrecer consultorías a las empresas a partir de expertos especializados en el tema de innovación teniendo en cuenta la sustentabilidad fundamentalmente en preservar los recursos naturales y de igual forma los servicios a ofrecer deben partir del desarrollo sustentable en beneficio al planeta y la naturaleza.

3.1.2 Transición energética

La transición energética está encargada de generar cambios al consumo de energía tradicional para causar menor impacto ambiental al planeta buscando alternativas amigables con el medio ambiente que no produzcan emisiones de carbono o gases de efecto invernadero debido a que estos por medio de los combustibles fósiles están ocasionando daños a nivel mundial en el cambio climático. [87]

Temas como las energías alternativas y la eficiencia energética son fundamentales para esto debido a que tienen el mismo fin de mitigar y prevenir el cambio climático, por esto es tan necesario la investigación en desarrollar energías renovables. [88]

Al cabo de los años se han ido descubriendo soluciones que moderan el daño climático por medio de tecnologías e innovaciones desarrolladas como la energía eólica, hidráulica, fotovoltaica, de igual forma la prevención y conocimiento por medio de modelos matemáticos capaces de calcular e indicar el daño medioambiental.

Pero aun así, aunque han traído ventajas como seguridad energética y estable, mejoras en la calidad del aire, reducción de efecto invernadero y demás beneficios, esto no es suficiente. [89]

El proceso de búsqueda y desarrollo no solo implica a la naturaleza y el medio ambiente, sino también a generar oportunidades de trabajo en investigación o mantenimiento, y mejoras en la salud de los humanos.

Por medio del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) se puede ofrecer realizar investigación y desarrollo de productos por medio de las unidades de proceso semi-industriales con ensayos y caracterizaciones que requiera el Cliente, de igual forma brindar servicios en consultoría a partir de nuestros expertos en área de energías y ambiente, de igual forma simulaciones que generen los datos recolectados para que puedan realizar una toma de decisiones adecuada en su proyecto.

3.1.3 Tecnología digital

La tecnología digital son varias herramientas integradas para el avance tecnológico en diferentes ámbitos laborales y sectores del mercado para facilitar, agilizar y mejorar procesos que permiten analizar, almacenar y procesar información en tiempo real. [90] Actualmente las tecnologías digitales están ayudando en la industria química a la mejora en la relación de interacciones con el recurso humano y con los dispositivos tecnológicos.

Tienen muchas ventajas al momento de implementarlas debido a que generan automatización de procesos, optimizan tiempos de producción, aumentan la productividad, mejoran la comunicación interna y externa de una empresa, procesan gran cantidad de datos en un periodo corto y ayudan con la innovación. [90]

Todo esto va relacionado con la industria 4.0 y el internet de las cosas, para generar impactos digitales y transformaciones a partir de inteligencia artificial, robots, realidad y analítica aumentada, nanotecnología, entre otros, fundamentado con factores de ciberseguridad y sostenibilidad. [90]

Por medio de estas, la industria química ha variado e implementado estas herramientas en sus procesos y operaciones que generen mayor confiabilidad y comodidad en cuanto a tiempos y generar mejor toma de decisiones a partir de datos fiables. [84]

La tendencia actual es la implementación de la transformación digital en la industria química con el fin de generar crecimiento de operaciones y empresas, mejorar las plataformas existentes, y cumplir con una adecuada sostenibilidad en procesos.

La transformación digital para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) contribuye de gran forma en la elaboración del portafolio de servicios debido a que con la tecnología y equipos con los que se cuenta se puede ofrecer inteligencia artificial, procesos para análisis de datos a partir de los computadores workstation con data science, simulación a partir de la información que arrojan los tableros de control de las unidades de proceso que tienen PLC por medio de diferentes programas, almacenamiento de información en la nube y funcionamiento de forma virtual tanto como presencial.

3.1.4 Nuevos materiales

Los nuevos materiales se han desarrollado por medio de investigaciones e innovaciones recientes que buscan suplir a los convencionales con el fin de generar mejoras significativas en sus propiedades tanto de dureza, como de corrosión, conductividad, resistencia, porosidad, entre otras. [91], con el fin de ser utilizados para nuevos desarrollos tecnológicos, siendo que a través de los años se han ido encontrando y descubriendo nuevos componentes que al momento de implementarlos generan grandes impactos en avances para la humanidad.

Estamos en un mundo que día tras día busca cambios en todos los aspectos, es por esto que la industria no puede quedarse atrás y se encarga no solo de descubrir nuevos materiales sino también innovar en los ya existentes por medio de cambios desde sus propiedades naturales. [92]

Reutilizar los objetos que se tienen es el primer paso para construir materiales nuevos con ya utilizados, de igual forma las materias primas que se descubren a diario poseen diferentes características en las que se puede experimentar infinitas veces con el fin de generar producción sostenible.

Se encuentran áreas de investigación en este tema como biopolímeros teniendo en cuenta la inteligencia artificial y simulación como bases de ayuda y estructura en sus

propiedades, de igual forma síntesis de nano partículas con aplicación en dispositivos electrónicos para ensamblaje. [83]

Siendo así, en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) es esencial poder contribuir por medio de las unidades disponibles a este cambio, por esta razón se podría ofrecer diseño de productos con prototipado a partir de investigación a la industria, de igual forma consultoría por medio de nuestros expertos en temas de materiales, polímeros y en demás áreas con similitudes químicas a partir de las que un Cliente requiera para su proyecto.

3.1.5 Sostenibilidad

La sostenibilidad se fundamenta en la seguridad y protección del medio ambiente en cuanto a las necesidades que existen actualmente por medio del crecimiento económico y el desarrollo social. [93]

En la actualidad la industria química este ámbito tiene mucho impacto debido a que existe un gran daño medio ambiental actual que se ha generado desde hace muchos años por parte de las empresas al no tener una debida normativa que se preocupe por el planeta y por las emisiones y efluentes que se han expuesto a los recursos naturales. Es por esto que se crea la tendencia de ayuda como uno de los mayores retos tanto en ámbitos económicos, sociales y ambientales que permiten la mejora de desarrollo en procesos, en transporte de sustancias químicas, en la distribución y almacenamiento de productos, entre otros.

La creación de productos químicos que sean amigables con el medio ambiente implica la implementación de materias primas que sean renovables, de igual forma la disminución de energía, de residuos y de emisiones. Todo lo anterior teniendo en cuenta métodos efectivos en cuanto a reutilización y reciclaje de residuos.

La investigación es la base fundamental en este aspecto para poder contribuir con el desarrollo. Por esta razón la Organización de las Naciones Unidas ha creado los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) los cuales enfrentan desafíos cotidianos en sectores ambientales, económicos y culturales para generar un futuro amigable para todo el mundo. [94]

En cuanto al Portafolio de Servicios para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) se llega a tener en cuenta en varios aspectos debido a que todos los procesos que se vayan a desarrollar y ejecutar en la planta serán sostenibles teniendo en cuenta que la Universidad de América tiene como pilar la sostenibilidad en todas las practicas que se realizan. De igual forma se puede ofrecer consultoría por medio de expertos especializados para ayudar a empresas que lo requieran en sus investigaciones.

Este proyecto contempla el ODS 4 y 8 los cuales implican generar una educación de calidad para promover oportunidades de aprendizaje para todos [95] y promover el crecimiento económico sostenible, el empleo y el trabajo para todos [96] respectivamente. Estos se relacionan teniendo en cuenta que el objeto de la planta es la extensión de empresas, la docencia y la investigación, incluye la posibilidad de aprendizaje práctico y continuo en profesores y en estudiantes para generar calidad en la educación. [95] De igual forma, genera empleo a estudiantes o profesionales externos que deseen laborar con la Planta, genera habilidades y competencias desde estudiantes hasta empresarios según el servicio que contraten, se produce innovación y crecimiento por medio de los proyectos e investigaciones que se vayan a colocar en práctica lo cual posiciona al CEPIIS en el mercado para conocimiento en el sector químico, lo anterior manteniendo una evolución del portafolio según los cambios constantes en las tendencias del sector químico. [96]

Sin embargo, existen otros Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que benefician a la Planta como el noveno que se refiere a la industria, innovación e infraestructuras, este abarca gran parte de lo que se requiere, habla sobre modernizar industrias para ser sostenibles, las cuales tengan tecnologías y procesos industriales limpios y amigables con el medio ambiente por medio de investigación científica según el sector que se maneje para generar innovación e investigación dentro del país. [97] Con el objetivo doceavo que trata de producción y consumo responsable, es acerca de lograr por medio de los productos químicos implementados en procesos industriales una adecuada administración ecológica para reducir daños en el medio ambiente como en la atmósfera, el agua y los suelos, [98] todo esto se puede realizar a partir de proyectos de investigación que pueden surgir en las distintas zonas del CEPIIS como el laboratorio y

la planta de tratamiento de agua por medio de prácticas seguras y responsables de las cuales se ofrecerán para ensayos y procesos bajo la seguridad adecuada de cada una de estas. También se tiene en cuenta el objetivo treceavo para la acción por el clima, esta es una práctica en el mundo que es tendencia por la alta preocupación de daños que sufre el medio ambiente, [99] siendo que se relaciona a la planta con el Portafolio de servicios para concientizar por medio de la sostenibilidad a las personas que van a operar desde allí, al ser un tema bastante importante en el mercado actualmente, se están buscando soluciones por medio de proyectos de investigación los cuales se pueden realizar en la planta industrial. Finalmente por parte del objetivo diecisieteavo que es sobre alianzas para lograr objetivos, [100] este implica generar por medio del portafolio uniones con otras plantas industriales y empresas para ofrecer los servicios que se van a generar en el CEPIIS siendo que existan contribuciones, mejoras en prácticas, difusiones y divulgaciones por cada parte, e igualmente lograr ser identificados por el tipo de prácticas que se realizan en cuanto a sostenibilidad en el sector industrial.

3.1.6 Bioeconomía

La bioeconomía se basa en utilizar los recursos biológicos por medio de su conservación para poder producir a partir de investigación, innovación y tecnología productos finales y servicios a la sociedad con el fin de generar una economía sostenible. [101]. Esta puede ser utilizada para diferentes sectores ya sea agrícola, alimentario, de salud, químico, energético, farmacéutico o cosmético, teniendo en cuenta que sus líneas de investigación pueden ser en cuanto a bioinsumos, medicina personalizada o terapéutica, química verde, ingredientes naturales, nutricosmética, entre otros. [102]

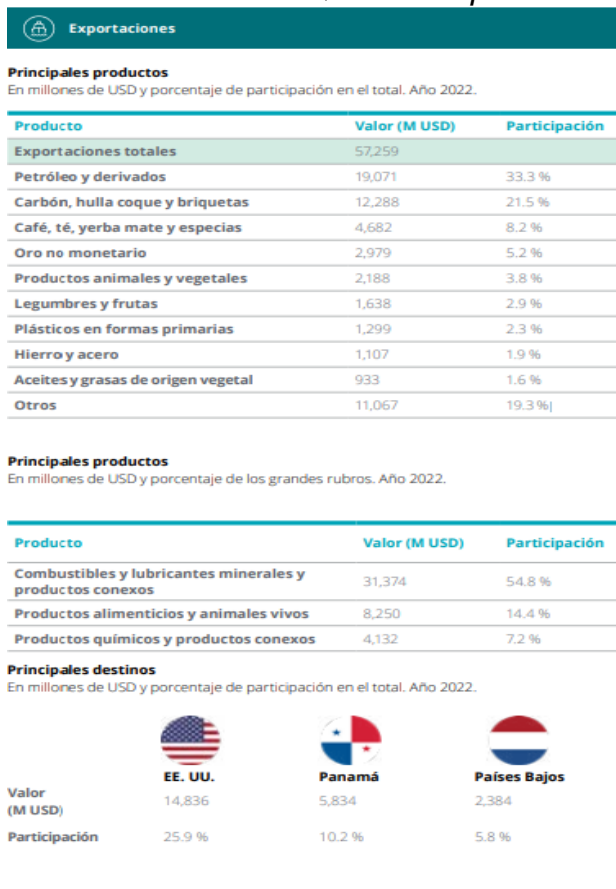
De igual forma, existe oportunidad de investigación para diseños de sensores a partir de análisis con inteligencia artificial, modelamiento de procesos en cuerpos biológicos para predicciones, modificación de moléculas y rutas para tratar enfermedades. [83]

Es por esto que el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) puede ofrecer por medio de investigación el diseño y Prototipado de productos finales por medio de bioeconomía, de igual forma asesoramiento en cuanto a consultorías para estrategias en este ámbito a partir de nuestros expertos en el área.

3.1.7 Industrias

A partir de recolección de información, se logra encontrar un estudio realizado para agosto del presente año en el cual muestran las tendencias del sector químico por medio de diversas graficas las necesidades que los Colombianos requieren y lo que se suministra a diferentes países. [103]

Figura 20.
Tendencias Industria Química Exportación



Nota. La imagen muestra las industrias en cuanto a la exportación. Tomado de: Deloitte. Econosignal. (2023). "Tendencias de industrias Colombia". [En línea] Disponible:

<https://www2.deloitte.com/co/es/pages/finance/articles/econosignal-tendencias-de-industrias-colombia.html>

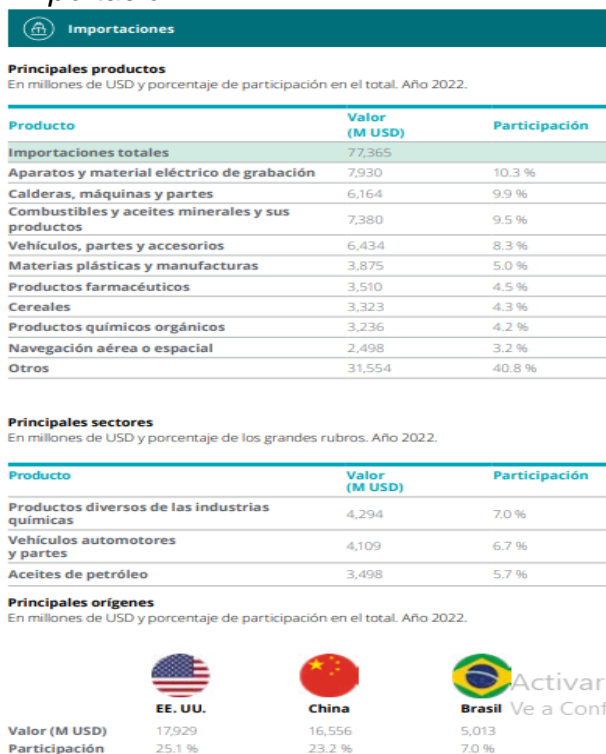
Como se puede observar, en la Figura 20 se presenta las industrias que exportan productos desde Colombia hacia países como Estados Unidos, Panamá, Países Bajos, entre otros.

Se destaca que la mayor participación de productos es de la industria del petróleo y sus derivados con un 33.3% seguido por la industria de carbón, hulla coque y briquetas con un 21.5% y las de menor participación son las industrias de aceites y grasas de origen vegetal junto con la minera de hierro y acero con 1.6% y 1.9% respectivamente.

Los servicios que se vayan a ofrecer deben tener en cuenta la relación con las industrias potenciales que se requieren fuera del país como exportación y opción de nuevas formas de crecimiento en el mercado a nivel del sector químico.

De igual forma, también se presenta otra tabla que indica el porcentaje de participación de las industrias exteriores para suplir necesidades y requerimientos de los colombianos que consumimos. [103]

Figura 21.
Tendencias Industria Química Importación



Nota. La imagen muestra las industrias en cuanto a la importación. Tomado de: Deloitte. Econosignal. (2023). "Tendencias de industrias Colombia". [En línea] Disponible:

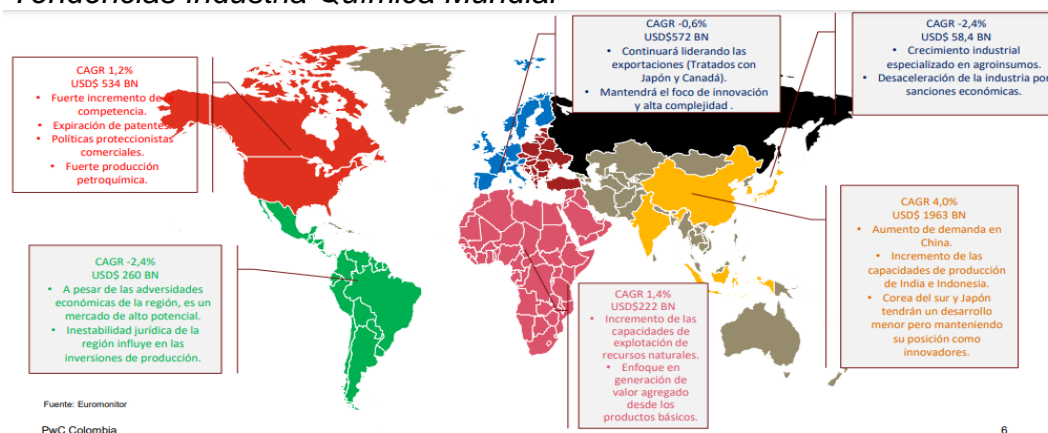
<https://www2.deloitte.com/co/es/pages/finanzas/articulos/econosignal-tendencias-de-industrias-colombia.html>

La Figura 21 explica como dependemos de diferentes países para suplir nuestras necesidades en los cuales de importadores de productos se encuentra Estados Unidos, China y Brasil.

La industria que más importa productos es la de infraestructura por parte de equipos industriales junto con la de combustibles y aceites minerales con un 10.3%, 9.9 % y 9.5% respectivamente, y la que tiene menor participación es la aéreo espacial con un 3.2%. Esto quiere decir que lo que más necesidades tienen es la parte de infraestructura para realizar operaciones y procesos de investigación o proyectos, lo cual es una ventaja competitiva porque el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) es capaz de ofrecer consultorías de diseño con expertos en el tema y de igual forma se tienen las unidades de proceso necesarias con equipos que pueden realizar ensayos o proporcionar escalabilidad según adaptaciones y requerimientos que necesiten los clientes.

Otro estudio encontrado de forma internacional presenta una tasa de incremento anual a nivel mundial de las operaciones que ocurren actualmente: [104]

Figura 22.
Tendencias Industria Química Mundial



Nota. La imagen presenta tasas de crecimiento a nivel mundial en el Sector químico como tendencia actual. Tomado de: Colombia Productiva, Productividad – Calidad – Valor Agregado. (2019). “Colombia Productiva - Planes de negocio. Estudio de prospectiva y benchmarking”. [En línea] Disponible: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/sectoriales/publicaciones-quimica-basica/plan-de-negocio-industria-quimica-basica-2019-2032/estudio-de-prospectiva-y-benchmarking>

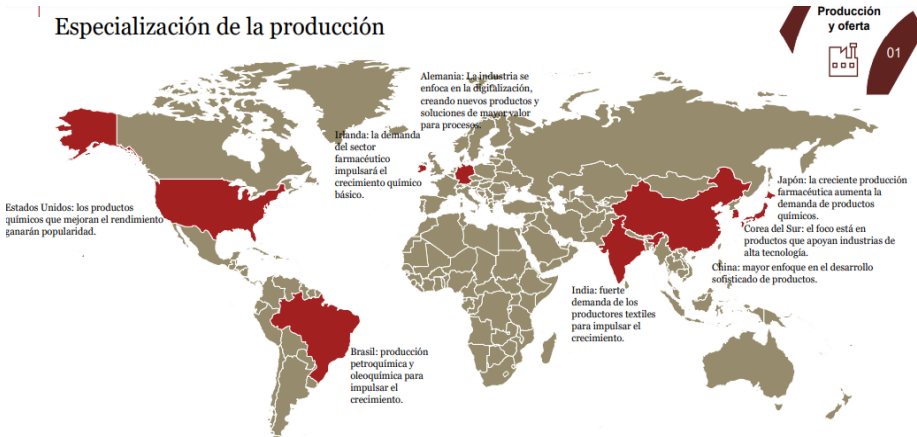
Como se observa en la Figura 22, en América Central y América del Sur es donde más existe una pérdida de crecimiento en el sector químico en cuanto al retorno de inversión

que se genera en un determinado tiempo para sus procesos químicos, siendo que por el contrario Asia es quien mayor tasa de crecimiento posee debido al desarrollo tecnológico que poseen.

Para mejorar esta situación, plantas como el CEPIIS pueden ayudar en la brecha tecnológica que existe a partir de ofrecer servicios que los acerquen a ese campo de innovación y exploración el cual puede llevarse a cabo por medio del Centro de Procesos y Optimización (COCO) el cual permite realizar simulaciones, recibe datos de las unidades de proceso para realizar análisis necesarios según se requiera y ser monitoreados y controlados los procesos que se llevan en la ejecución de proyectos.

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) al ser una planta que ofrece servicios quiere buscar resolver necesidades que existan creando satisfacción a los clientes en sus procesos para colocarse como competencia entre las demás plantas y ganar reconocimiento a nivel industrial con el fin de ayudar a todas las empresas que lo requieran para generar mayor inversión en ellos y economía en el país. Así mismo, a nivel internacional se presentan las tendencias actuales que existen en diversos países en el sector químico: [104]

Figura 23.
Tendencias Industrias en el Mundo



Nota. La imagen presenta tasas de crecimiento a nivel mundial en el sector químico como tendencia actual. Colombia Productiva, Productividad – Calidad – Valor Agregado. (2019). “Colombia Productiva - Planes de negocio. Estudio de prospectiva y benchmarking”. [En línea] Disponible: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/sectoriales/publicaciones-quimica-basica/plan-de-negocio-industria-quimica-basica-2019-2032/estudio-de-prospectiva-y-benchmarking>

Como se puede observar en la Figura 23, la especialización de la producción a nivel mundial cuenta con tendencias actuales en la industria farmacéutica, la industria petroquímica, la industria oleo química, la industria textil, y la industria tecnológica por medio de parámetros fundamentales como mejoras de rendimiento por medio de productos químicos, de igual forma la digitalización para generar productos que faciliten soluciones generadores de valor agregado a procesos convencionales y también enfoques en la sofisticación de productos.

Por esta razón es tan fundamental la implementación de nuevas tecnologías de transformación digital y adaptabilidad a las constantes evoluciones que se van teniendo en la industria química, de igual forma conocer detalladamente que es lo que requiere el mundo, el país y los sectores químicos más demandados contribuyen a un correcto análisis operacional.

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) implementar para el Portafolio de Servicios parte de la transformación digital que es tendencia en la industria química actualmente generaría un valor agregado a la planta y a las unidades de procesos siendo que también se deben considerar las diferentes industrias que están generando cambios y que son las más requeridas por los clientes hoy por hoy para realizar una correcta operación versátil de los equipos.

3.2 Operación Potencial

La operación potencial es la capacidad que puede llegar a tener cada una de las unidades de proceso a partir de la versatilidad de sus procedimientos para generar una considerable actividad en los equipos de forma correcta para traer consigo beneficios a los procesos que se ejecuten teniendo en cuenta las condiciones infraestructurales que genera el proveedor de cada una de ellas y la forma en la cual se pueda innovar a partir de su posible adaptación a la constante evolución con las tendencias de la industria química. [105]

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) al conocer las tendencias actuales del sector químico y dar respuesta a los cambios que se dan constantemente en la industria para generar operaciones potenciales en las unidades de proceso ayudarán a generar competitividad en el mercado y en el ámbito empresarial.

Esto con el fin de aprovechar las oportunidades que existen actualmente para generar versatilidad en la implementación de equipos y desarrollar el Portafolio de Servicios.

3.2.1 Torre de Destilación

Considerando que la torre de destilación se utiliza para operaciones de separación de mezclas con diferentes componentes a partir de puntos de ebullición, como se menciona en el Capítulo 1 y teniendo en cuenta la información recolectada de las recomendaciones que genera el proveedor para la implementación de sustancias en el equipo, se comienza a examinar en la industria su posible operación:

Para la industria petroquímica la Unidad de Destilación tienen tendencias de uso en cuanto a productos derivados del petróleo a partir de su separación y purificación, como en gasolina, obtención de sustancias y compuestos químicos, y el diésel. [106]

En cuanto a la industria farmacéutica la operación de Destilación se encarga de purificar y concentrar ingredientes presentes en medicamentos como procesos con el fin de eliminar impurezas y obtener altas concentraciones. [107]

En relación a la industria de alimentos y de bebidas la Torre de Destilación se utiliza para separar elementos esenciales entre estos los más comunes son la producción de las diversas bebidas alcohólicas, extractos naturales, aceites o vinagres. [108]

Por parte de la industria textil la Torre de Destilación es implementada para generar reciclaje y tratamiento de mezclas y compuestos, teniendo en cuenta que la sostenibilidad es factor fundamental para este sector por la contaminación que se genera, se usa en eliminación de colorantes residuales y de olores que son no deseados. [109]

En la industria de fragancias y aromas la Torre de Destilación se usa como base a cumplir con la tendencia actual de sostenibilidad con los recursos naturales y tecnologías de separación, siendo que sus operaciones son para extraer aceites o componentes de tipo aromáticos. [110]

Por parte de la industria cosmética la Unidad de Destilación tiene fundamento en la separación y purificación de mezclas y componentes utilizados en sus productos a partir de recursos naturales sostenibles con el medio ambiente para el cuidado personal. [111]

Finalmente para la industria de pinturas, la Destilación ayuda en la purificación o elaboración de resinas y de igual forma de solventes químicos. [112]

A continuación se presenta la Tabla 40 de las posibles operaciones que se pueden desarrollar en la Unidad de Destilación teniendo en cuenta las diversas industrias:

Tabla 40.

Operaciones Unidad de Destilación

OPERACIONES DESTILACIÓN	
Industria	Operación
Petroquímica	✓ Gas
Farmacéutica	✓ Ingredientes farmacéuticos de uso activo (APIs)
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Producción aceites esenciales ✓ Vinagre balsámico ✓ Alcohol para uso alimentario ✓ Producción extractos naturales ✓ Producción agua destilada ✓ Destilación aceites y grasas
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Producción Whisky ✓ Producción Vodka ✓ Producción Ron ✓ Producción Tequila ✓ Producción Brandy ✓ Producción Gin ✓ Producción Licor Hierbas Especiales
Textil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reciclaje y reutilización de solventes utilizados en el proceso de teñido de telas ✓ Fabricación de Tintes Naturales ✓ Concentrados ✓ Producción de Tintes Ácidos y Básicos ✓ Preparación de Soluciones de Tintes Acuosa
Fragancias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aceite de flores para perfumes ✓ Madera de cedro para fragancias ✓ Cítricos para aceites esenciales ✓ Hierbas y especias para fragancias
Cosmética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Flores para agua de rosas ✓ Hierbas para aceites para masajes ✓ Aceites vegetales ✓ Ceras para bálsamos ✓ Extractos de plantas para cremas y mascarillas
Pinturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Producción de Resinas para Pinturas ✓ Recuperación de Disolventes de Pinturas Usados ✓ Producción de Pigmentos para Pinturas

Nota. Se indican las operaciones que se pueden realizar en la Unidad Semi-industrial de Destilación.

Teniendo en cuenta las posibles operaciones que se pueden llevar a cabo según las diversas industrias del sector químico es importante relacionar esto con la elaboración del Portafolio de Servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) para conocer el potencial uso que se le puede dar a las unidades de proceso y sus equipos teniendo en cuenta las tendencias del mercado y los posibles servicios que se pueden ofrecer a partir de las prácticas sostenibles.

3.2.2 Torre de Absorción

Partiendo que la Torre de Absorción se emplea para capturar gases que puedan ser contaminantes a la atmósfera de mezclas de fases y para recuperar productos gaseosos, como se menciona en el Capítulo 1 y teniendo en cuenta la información recolectada de las recomendaciones que genera el proveedor para la implementación de sustancias en el equipo, se comienza a examinar en la industria su posible operación: Para la industria petroquímica la Unidad de Absorción tienen tendencias de uso en cuanto a producción de soluciones, recuperación de gases, eliminación de contaminantes gaseosos de los procesos derivados del petróleo, como absorción de gases ácidos del dióxido de azufre o del amoníaco. [113]

En cuanto a la industria farmacéutica la operación de Absorción se encarga de eliminar impurezas y compuestos volátiles para fabricar medicamentos solubles. [114]

En relación a la industria de alimentos y de bebidas la Torre de Absorción se utiliza para eliminar olores de los productos que realizan, y para absorber gases que no se desean en envasados, con el fin de generar seguridad alimentaria y confiabilidad. [115]

Por parte de la industria textil la Torre de Absorción es implementada para capturar gases que se liberan en el proceso de tratamiento de telas que sean de origen volátil esto siguiendo a las tendencias de reducción de emisiones contaminantes. [116]

En la industria de fragancias y aromas la Torre de Absorción se usa para la eliminación y captura de olores no deseados y en purificación de sustancias que sean volátiles. [117]

Por parte de la industria cosmética la Unidad de Absorción tiene fundamento en la humedad de polvos faciales, en el control de sustancias químicas que puedan ser volátiles, la eliminación de olores e impurezas, todo esto a para generar prácticas sostenibles que sean amigables con el medio ambiente. [118]

Para la industria de pinturas, la Absorción ayuda en la eliminación de olores no deseados en mezclas y solventes, para generar productos de baja emisión de gases. [119]

Por parte de la industria de tratamiento de agua, la Unidad de Absorción puede ayudar a controlar los olores que emite, la eliminación de sustancias de tipo orgánicas y los compuestos no deseados. [119]

Finalmente para la industria metalúrgica, la operación de Absorción se utiliza en captura de gases al momento de realizar aleaciones y para no generar emisiones a la atmosfera de productos metalúrgicos. [120]

A continuación se presenta la Tabla 41 de las posibles operaciones que se pueden desarrollar en la Unidad de Absorción teniendo en cuenta las diversas industrias:

Tabla 41.*Operaciones Unidad de Absorción*

OPERACIONES ABSORCIÓN	
Industria	Operación
Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gases Ácidos en la Producción de Amoníaco ✓ Compuestos Aromáticos en la Producción de Isopreno
Farmacéutica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compuestos Volátiles en la Fabricación de Medicamentos ✓ Humedad en el Almacenamiento de Medicamentos
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Olores en la Producción de Alimentos ✓ Humedad en el Almacenamiento de Alimentos Secos ✓ Gases en el Empaquetado de Alimentos Frescos ✓ Compuestos Amargos en la Fabricación de Chocolate
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dióxido de Carbono en la Producción de Bebidas Carbonatadas ✓ Compuestos Indeseados en la Filtración de Bebidas Alcohólicas ✓ Sabores Indeseados en la Fabricación de Bebidas Nutricionales ✓ Oxígeno en el Envasado de Bebidas ✓ Compuestos Amargos en la Producción de Café
Textil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Colorantes Residuales en el Teñido Textil ✓ Olores en la Producción de Ropa Deportiva ✓ Humedad en el Almacenamiento Textil ✓ Colorantes en el Desarrollo de Muestras Textiles ✓ Captura de gases de sustancias volátiles liberadas del proceso de teñido de telas
Fragancias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Olores en la Fabricación de Ambientadores ✓ Componentes Volátiles en la Creación de Fragancias de Larga Duración ✓ Exceso de Aceites en la Fabricación de Lociones
Cosmética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Exceso de Grasa en la Fabricación de Maquillaje en Polvo ✓ Impurezas en la Elaboración de Jabones ✓ Humedad en la Fabricación de Polvos Faciales
Pinturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compuestos Volátiles en la Fabricación de Pinturas ✓ Olores en la Producción de Pinturas ✓ Olores en la Producción de Pinturas para Interiores
Tratamiento de Aguas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compuestos Orgánicos Volátiles en la Purificación de Agua Potable ✓ Nutrientes en la Remoción de Nitrógeno y Fósforo de Aguas Residuales ✓ Compuestos Químicos en la Descontaminación de Aguas Subterráneas
Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gases en la Reducción de Emisiones en Plantas de Acero ✓ Compuestos de Azufre en la Producción de Aleaciones

Nota. Se indican las operaciones que se pueden realizar en la Unidad Semi-industrial de Absorción.

Considerando las diversas operaciones posibles en las diferentes industrias del sector químico, resulta crucial vincular esta información anteriormente descrita con la creación del Portafolio de Servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Esto permitirá comprender el potencial aprovechamiento de las unidades de proceso y sus equipos, teniendo en cuenta las tendencias del mercado y las oportunidades de ofrecer servicios basados en prácticas sostenibles.

3.2.3 Extractor Sólido-Líquido Líquido-Líquido

Contemplando que el Extractor Sólido-Líquido Líquido-Líquido se implementa para generar separaciones en una mezcla de diferentes fases por medio de disoluciones a partir de disolventes agregados, como se menciona en el Capítulo 1 y teniendo en cuenta la información recolectada de las recomendaciones que genera el proveedor para la implementación de sustancias en el equipo, se comienza a examinar en la industria su posible operación:

Para la industria petroquímica la Unidad de Extracción tienen tendencias de uso en cuanto a separaciones de sustancias específicas de mezclas derivadas del petróleo y purificaciones de productos petroquímicos. [121]

En cuanto a la industria farmacéutica el Extractor se encarga de extraer sustancias activas de recursos naturales tomados como materias primas y de igual forma de purificar mezclas a partir de medicamentos. [122]

En relación a la industria de alimentos y de bebidas el Extractor se utiliza para extraer materias primas como antioxidantes o sabores específicos según sea su requerimiento, con esto se pueden obtener ingredientes puros y naturales. [123]

Por parte de la industria textil el Extractor es implementado para extraer colorantes naturales, también de sustancias químicas involucradas en telas con el fin de generar reutilización y tratamiento en los recursos. [124]

En la industria de fragancias y aromas el Extractor se usa como base a cumplir con la tendencia actual de sostenibilidad con los recursos naturales y tecnologías de separación, siendo que sus operaciones son para extraer aceites esenciales y sustancias que lleguen a ser volátiles. [125]

Por parte de la industria cosmética la Unidad de Extracción tiene fundamento en la extracción impurezas y grasas a partir de mezclas utilizados en sus productos a partir de recursos naturales sostenibles con el medio ambiente para el cuidado personal. [126]

Para la industria de pinturas, el Extractor ayuda en la extracción de pigmentos y en la reacción de pinturas para generar nuevas fórmulas. [127]

Por parte de la industria de tratamiento de agua, la Unidad de Extracción puede ayudar a extraer contaminantes que estén mezclados con el flujo y para recuperar componentes esenciales de las mismas. [128]

Finalmente para la industria metalúrgica, la operación de Extracción se utiliza con el fin de extraer metales de minerales e igualmente para generar purificación de aleaciones metálicas. [129]

A continuación se presenta la Tabla 42 de las posibles operaciones que se pueden desarrollar en la Unidad de Extracción teniendo en cuenta las diversas industrias:

Tabla 42.*Operaciones Unidad de Extracción*

OPERACIONES EXTRACTOR	
Industria	Operación
Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Metales en la Purificación de Hidrocarburos ✓ Componentes en la Refinación de Petróleo
Farmacéutica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compuestos Medicinales de Plantas Medicinales ✓ Metabolitos en la Investigación Farmacéutica
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cafeína en la Producción de Café Descafeinado ✓ Aromas Naturales en la Producción de Alimentos ✓ Compuestos Nutricionales en la Fabricación de Suplementos Alimenticios ✓ Componentes en la Fabricación de Aceites Comestibles ✓ Compuestos en la Elaboración de Chocolate y Cacao
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aromas para la Elaboración de Bebidas Alcohólicas ✓ Componentes en la Producción de Bebidas Refrescantes ✓ Cafeína en la Fabricación de Bebidas de Café ✓ Aromas Naturales en la Elaboración de Aguas Saborizadas
Textil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Colorantes en el Teñido de Telas ✓ Impurezas en la Purificación de Fibras ✓ Residuos en el Lavado de Prendas
Fragancias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Componentes Aromáticos en la Fabricación de Perfumes ✓ Ingredientes en la Fabricación de Velas Aromáticas ✓ Esencias en la Elaboración de Productos de Aromaterapia
Cosmética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ingredientes Naturales para Cremas y Lociones ✓ Pigmentos en la Fabricación de Maquillaje ✓ Aceites Naturales en la Fabricación de Bálsamos Labiales ✓ Ingredientes en la Fabricación de Productos de Cuidado de la Piel ✓ Ingredientes en la Elaboración de Champús y Acondicionadores ✓ Aromas en la Creación de Perfumes Corporales
Pinturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pigmentos y Colorantes en la Fabricación de Pinturas ✓ Aditivos en la Preparación de Pinturas ✓ Componentes en la Creación de Pinturas de Esmalte ✓ Compuestos en Pinturas a Base de Agua
Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Metales Preciosos en la Minería ✓ Impurezas en la Refinación de Metales ✓ Aceites y Lubricantes en la Fabricación de Piezas Metálicas ✓ Impurezas en la Fundición de Metales Aleantes en la Fabricación de Aleaciones Metálicas

Nota. Se indican las operaciones que se pueden realizar en la Unidad Semi-industrial de Extracción.

Es esencial establecer una conexión entre las potenciales operaciones que pueden realizarse en las distintas industrias del sector químico y la formulación del Portafolio de Servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). La información anterior y la relación al proyecto proporcionará una comprensión profunda sobre cómo las unidades de proceso y sus equipos pueden ser utilizados de manera óptima, considerando las tendencias del mercado y la oferta de servicios alineados con prácticas sostenibles.

3.2.4 Secador

Recordando que el Secador se usa para operaciones de secado de sólidos por medio de gases y transferencia de calor y masa, como se menciona en el Capítulo 1 y teniendo en cuenta la información recolectada de las recomendaciones que genera el proveedor para la implementación de sustancias en el equipo, se comienza a examinar en la industria su posible operación:

Para la industria petroquímica la Unidad de Secado tienen tendencias de uso en cuanto a productos derivados del petróleo a partir de secado de sólidos antes de su almacenamiento para generar eficiencia energética y reducción de residuos al momento de procesarlos. [130]

En cuanto a la industria farmacéutica el Secador se encarga de secar componentes activos y productos fabricados para elaboración de medicamentos por medio de procesos sostenibles y cumplimientos de estándares normativos según corresponda. [131]

En relación a la industria de alimentos y de bebidas el Secador se utiliza para generar una larga vida útil de alimentos y bebidas por medio de procesos con temperaturas ambientes y sostenibles. [132]

Por parte de la industria textil el Secador es implementado para contribuir con la sostenibilidad en operaciones en cuanto a tejidos o productos anteriormente tratados y humedecidos. [133]

En la industria de fragancias y aromas el Secador se usa como base a cumplir con la tendencia actual de sostenibilidad con usos naturales y personalizados en los que se puede generar secado de sustancias utilizados en las mezclas de perfumes. [134]

Por parte de la industria cosmética la Unidad de Secado tiene fundamento en la transformación de materias primas seleccionadas especialmente para productos sólidos como polvos, bronceadores, rubores, iluminadores y demás pigmentos esenciales. [135]

Para la industria de pinturas, el Secado ayuda en la minimización de componentes que puedan ser tóxicos a partir de procesos amigables con el medio ambiente como en el secado de pigmentos para fabricaciones en las mismas. [136]

Por parte de la industria de tratamiento de agua, la Unidad de Secado puede ayudar a las características en la gestión de residuos de diferente índole por medio de lodos y que se presentan en los fluidos. [137]

Finalmente para la industria metalúrgica, la operación de Secado se utiliza para los procesos en polvos metálicos luego de haber realizado fundiciones pero antes de la sintetización de los productos terminados. [138]

A continuación se presenta la Tabla 43 de las posibles operaciones que se pueden desarrollar en la Unidad de Secado teniendo en cuenta las diversas industrias:

Tabla 43.*Operaciones Unidad de Secado*

OPERACIONES SECADOR DE BANDEJAS	
Industria	Operación
Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Materiales en Procesos de Extracción y Purificación ✓ Muestras en Análisis y Control de Calidad
Farmacéutica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Granulados en la Fabricación de Comprimidos ✓ Polvos en la Fabricación de Formas Farmacéuticas ✓ Muestras en el Control de Calidad
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Frutas y Vegetales ✓ Hierbas y Especies ✓ Granos y Cereales ✓ Frutos Secos ✓ Productos de Panadería y Repostería
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ingredientes para Infusiones y Té ✓ Ingredientes para Bebidas Instantáneas ✓ Frutas para Bebidas Naturales ✓ Ingredientes para Bebidas Alcohólicas ✓ Ingredientes para Bebidas Energéticas
Textil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tejidos y Telas ✓ Hilos y Fibras ✓ Prendas de Vestir y Ropa
Fragancias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ingredientes para Velas Perfumadas ✓ Empaques y Materiales de Presentación ✓ Productos de Fragancias Sólidas ✓ Muestras en el Desarrollo de Fragancias
Cosmética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ingredientes para Maquillaje en Polvo ✓ Ingredientes para Cremas y Lociones ✓ Ingredientes para Labiales y Bálsamos ✓ Moldes y Envases Cosméticos ✓ Muestras en el Desarrollo de Productos Cosméticos
Pinturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Moldes y Herramientas para Pintura ✓ Pinceles y Rodillos ✓ Muestras en el Desarrollo de Nuevas Pinturas
Tratamiento de Aguas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Biomasa y Materiales Orgánicos ✓ Lodos de Plantas de Tratamiento ✓ Residuos Industriales Líquidos
Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Piezas Metálicas ✓ Moldes y Molduras Metálicas ✓ Muestras Metálicas en el Control de Calidad

Nota. Se indican las operaciones que se pueden realizar en la Unidad Semi-industrial de Secado.

Explorar las posibles operaciones en las diversas industrias del sector químico genera relevancia al relacionarlo con el desarrollo del Portafolio de Servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Este enfoque lo que busca

es comprender cómo las unidades de proceso y sus equipos pueden ser efectivamente utilizados, considerando las tendencias del mercado y la oferta de servicios basados en prácticas sostenibles.

3.2.5 Planta Térmica

Partiendo que la Planta Térmica se opera con el fin de producir energía a través de un combustible o hidrocarburo en específico, como se menciona en el Capítulo 1 y teniendo en cuenta la información recolectada de las recomendaciones que genera el proveedor para la implementación de sustancias en el equipo, se comienza a examinar en la industria su posible operación:

Para la industria petroquímica la Unidad de Planta Térmica tienen tendencias de uso en cuanto a productos derivados del petróleo a partir de la generación de vapor en craqueo para reducir emisiones y generar procesos sostenibles. [139]

En cuanto a la industria farmacéutica la Planta Térmica se encarga de suministrar vapor con el fin de esterilizar y secar recipientes para medicamentos. [140]

En relación a la industria de alimentos y de bebidas la Planta Térmica se utiliza para procesos de esterilización, calentamiento y secado en producción alimentaria. [141]

Por parte de la industria textil la Planta Térmica es implementada para generar suministros de vapor en teñido, secado y finalización de productos de telas que sean amigables con el medio ambiente. [142]

En la industria de fragancias y aromas la Planta Térmica se usa como base a cumplir con la tendencia actual de sostenibilidad con los recursos naturales y tecnologías de separación. [143]

Por parte de la industria cosmética la Unidad de Planta Térmica tiene fundamento la generación de calor para producciones en cremas y bases líquidas de forma personalizada y sostenible. [144]

Para la industria de pinturas, la Planta Térmica ayuda en el secado de recubrimientos y solventes reduciendo sustancias que puedan ser tóxicas. [145]

Por parte de la industria de tratamiento de agua, la Unidad de Planta Térmica puede ayudar a realizar una gestión sostenible de residuos, a recuperar recursos y tratar con vapor operaciones por medio de evaporaciones. [146]

Finalmente para la industria metalúrgica, la operación de la Planta Térmica se utiliza para suministrar calor en procesos con metales con el fin de generar reducción de emisiones y de recuperar recursos de forma sostenible. [147]

A continuación se presenta la Tabla 44 de las posibles operaciones que se pueden desarrollar en la Unidad de Planta Térmica teniendo en cuenta las diversas industrias:

Tabla 44.

Operaciones Unidad de Planta Térmica

OPERACIONES PLANTA TÉRMICA	
Industria	Operación
Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reformado Térmico ✓ Tratamiento Térmico de Corrientes ✓ Reformado Catalítico con Regeneración Térmica
Farmacéutica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Esterilización Térmica ✓ Cristalización Térmica
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procesamiento de Lácteos ✓ Tratamiento Térmico de Aceites y Grasas
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Esterilización de Envases ✓ Tratamiento Térmico de Ingredientes
Textil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Termofijación de Fibras
Fragancias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Extracción por Arrastre de Vapor ✓ Estabilización de Componentes ✓ Mezcla y Homogeneización Térmica
Cosmética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Homogeneización Térmica de Emulsiones ✓ Tratamientos de Calor en Mascarillas ✓ Tratamientos de Calor en Maquillaje
Pinturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Curado de Barnices y Lacas ✓ Termoendurecimiento de Revestimientos
Tratamiento de Aguas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desalinización ✓ Tratamiento Térmico de Lodos ✓ Desinfección Térmica
Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tratamiento Térmico de Metales ✓ Endurecimiento de Aleaciones

Nota. Se indican las operaciones que se pueden realizar en la Unidad Semi-industrial de Planta Térmica.

La consideración de las operaciones potenciales en las distintas industrias del sector químico adquiere importancia al integrarlo con la concepción del Portafolio de Servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Esta relación lo que busca es profundizar en la optimización del uso de las unidades de proceso y sus equipos, teniendo en cuenta las tendencias del mercado y la prestación de servicios alineados con prácticas sostenibles.

3.2.6 Reactor de Alta Presión

Considerando que el Reactor de Alta Presión se implementa para reacciones al vacío con circulación de vapor de agua, como se menciona en el Capítulo 1 y teniendo en cuenta la información recolectada de las recomendaciones que genera el proveedor para la implementación de sustancias en el equipo, se comienza a examinar en la industria su posible operación:

Para la industria petroquímica la Unidad de Reacción a Alta Presión tiene tendencias de uso en cuanto a productos derivados del petróleo a partir de síntesis y procesamiento de los mismos para generar desarrollo de polímeros y monómeros sostenibles. [148]

En cuanto a la industria farmacéutica la operación de Reacción a Alta Presión se encarga de realizar de igual forma síntesis a compuestos de esta índole a elevada presión con el fin de modificar las reacciones químicas para la fabricación e innovación de medicamentos. [149]

En relación a la industria de alimentos y de bebidas el Reactor a Alta Presión se utiliza para modificar las reacciones químicas para la fabricación e innovación de ingredientes alimentarios en sus condiciones naturales. [150]

Por parte de la industria textil el Reactor a Alta Presión es implementado para generar cambios en tratamientos en procesos de tinturas para el desarrollo de telas sostenibles, y para fibras textiles con el fin de cambiar propiedades según requerimientos. [151]

En la industria de fragancias y aromas el Reactor a Alta Presión se usa como base a cumplir con la tendencia actual de sostenibilidad con síntesis de sustancias aromáticas con el fin de personalizar las esencias específicamente. [152]

Por parte de la industria cosmética la Unidad de Reacción a Alta Presión tiene fundamento en fabricación de productos a elevadas condiciones y para la síntesis aplicable en los mismos. [153]

Para la industria de pinturas, la Reacción a Alta Presión ayuda en la síntesis con fines de producción de resinas, pinturas y recubrimientos que generen biopolímeros y reducción de sustancias volátiles. [154]

Por parte de la industria de tratamiento de agua, la Unidad de Reacción a Alta Presión se involucra en procesos de gestión de residuos a partir de oxidaciones y recuperaciones de recursos para implementar tecnologías avanzadas al proceso común. [155]

Finalmente para la industria metalúrgica, la operación de Reacción a Alta Presión se utiliza en procesos actualmente evolucionados de hidrometalurgia por medio del cual se necesita una inyectar una condición elevada de presión. [156]

A continuación se presenta la Tabla 45 de las posibles operaciones que se pueden desarrollar en la Unidad de Reacción a Alta Presión teniendo en cuenta las diversas industrias:

Tabla 45.

Operaciones Unidad de Reacción a Alta Presión

OPERACIONES REACTOR A ALTA PRESIÓN	
Industria	Operación
Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hidrogenación de Hidrocarburos ✓ Deshidrogenación de Alcanos
Farmacéutica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Síntesis de Compuestos Farmacéuticos ✓ Reacciones de Hidrogenación ✓ Síntesis de Nanopartículas
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tratamiento Térmico de Alimento ✓ Hidrogenación de Aceites
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Carbonatación de Bebidas ✓ Preparación de Concentrados ✓ Desgasificación de Bebidas
Textil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tintura de Telas ✓ Fijación de Colorantes
Fragancias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejora de Formulaciones ✓ Desarrollo de Nuevos Ingredientes
Cosmética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Encapsulación de Ingredientes ✓ Emulsiones de Alta Calidad
Pinturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejora de Formulaciones ✓ Fabricación de Pinturas de Alto Rendimiento ✓ Producción de Recubrimientos Especiales
Tratamiento de Aguas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Oxidación Avanzada de Contaminantes ✓ Desinfección a Alta Presión ✓ Eliminación de Patógenos y Microorganismos
Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tratamiento de Metales Preciosos

Nota. Se indican las operaciones que se pueden realizar en la Unidad Semi-industrial de Reactor de alta presión.

Relacionar las posibles operaciones que pueden llevarse a cabo en las diversas industrias del sector químico con la elaboración del Portafolio de Servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) se revela como un paso clave. Esto implica comprender cómo las unidades de proceso y sus equipos pueden

ser eficientemente utilizados, considerando las tendencias del mercado y la oferta de servicios en consonancia con prácticas sostenibles.

3.2.7 Biorreactor

Recordando que el Biorreactor se usa para mantener organismos biológicamente activos, como se menciona en el Capítulo 1 y teniendo en cuenta la información recolectada de las recomendaciones que genera el proveedor para la implementación de sustancias en el equipo, se comienza a examinar en la industria su posible operación: Para la industria petroquímica la Unidad de Biorreacción tienen tendencias de uso en cuanto a productos derivados del petróleo a partir de producciones de biopolímeros y bioenergías por medio de organismos y microorganismos que modifican sus condiciones desde su genética. [157]

En cuanto a la industria farmacéutica la operación de Biorreacción se encarga de implementar producciones con tendencias en biotecnología que se relacionen con anticuerpos, vacunas y medicamentos. [158]

En relación a la industria de alimentos y de bebidas el Biorreactor se utiliza para controlar condiciones naturales de las materias primas que los componen en su producción como control de pH, conservaciones y sabores, de igual forma generando fermentación para productos lácteos, bebidas alcohólicas, y pan. [159]

Por parte de la industria textil el Biorreactor es implementado para generar mejora en los procesos que tratan las fibras textiles a partir de biotecnología y procesos sostenibles. [160]

En la industria de fragancias y aromas el Biorreactor se usa como base a cumplir con la tendencia actual de sostenibilidad uso en síntesis de sustancias naturales por medio de formulaciones de reacciones químicas sostenibles. [161]

Por parte de la industria cosmética la Unidad de Biorreacción tiene fundamento en la biotecnología, fermentación y producción de enzimas con fines de formulaciones en cosméticos y cremas. [162]

Para la industria de pinturas, la Biorreacción ayuda en la síntesis de biopigmentos y pinturas ecológicas amigables con el medio ambiente. [163]

Por parte de la industria de tratamiento de agua, la Unidad de Biorreacción puede ayudar a generar depuraciones biológicas y a la vez crear a partir de biopolímeros flóculos en las mismas. [164]

Finalmente para la industria metalúrgica, la operación de Biorreacción se utiliza en recuperaciones de metales con sus condiciones naturales por medio de microorganismos. [165]

A continuación se presenta la Tabla 46 de las posibles operaciones que se pueden desarrollar en la Unidad de Biorreacción teniendo en cuenta las diversas industrias:

Tabla 46.
Operaciones Unidad de Biorreacción

OPERACIONES BIORREACTOR	
Industria	Operación
Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Biorremediación de Efluentes Contaminados ✓ Biosíntesis de Biocombustibles ✓ Producción de Aditivos Biológicos
Farmacéutica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cultivo de Células para Terapia Celular ✓ Desarrollo de Medicamentos Biosimilares ✓ Estudios de Cultivos Celulares para Investigación
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cultivo de Microorganismos Probióticos ✓ Cultivo de Células Vegetales para Bioproductos
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Producción de Bebidas Probióticas
Textil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Biosíntesis de Fibras Naturales
Fragancias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Biosíntesis de Compuestos Aromáticos ✓ Extracción de Componentes de Plantas ✓ Desarrollo de Fragancias Sostenibles
Cosmética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Síntesis de Colágeno y Ácido Hialurónico ✓ Producción de Bacterias Probióticas para Cosméticos ✓ Creación de Formulaciones Personalizada
Pinturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Síntesis de Resinas Biobasadas ✓ Biorremediación de Pigmentos y Químicos
Tratamiento de Aguas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cultivo de Microorganismos para el Tratamiento
Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bioprecipitación de Metales ✓ Bioremediación de Suelos Contaminados

Nota. Se indican las operaciones que se pueden realizar en la Unidad Semi-industrial de Biorreacción.

La vinculación entre las operaciones potenciales en las diversas ramas del sector químico y la creación del Portafolio de Servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) emerge como un aspecto clave. Esta relación busca entender de qué manera las unidades de proceso y sus equipos pueden ser

aprovechados al máximo, considerando las tendencias del mercado y la posibilidad de ofrecer servicios alineados con prácticas sostenibles.

3.2.8 Banco de Reactores

Contemplando que el Banco de Reactores se utiliza para la transformación y ensayo de reacciones químicas en sustancias de fase gaseosa o líquida, como se menciona en el Capítulo 1 y teniendo en cuenta la información recolectada de las recomendaciones que genera el proveedor para la implementación de sustancias en el equipo, se comienza a examinar en la industria su posible operación:

Para la industria petroquímica la Unidad de Reacción tienen tendencias de uso en cuanto a productos derivados del petróleo a partir de investigaciones y desarrollo para generar nuevos procesos o innovaciones en hidrocarburos, craqueo y su optimización con fines sostenibles. [166]

En cuanto a la industria farmacéutica la operación de Reacción se encarga de desarrollar síntesis de productos y evaluar la posible operación de reacciones con ingredientes farmacéuticos. [167]

En relación a la industria de alimentos y de bebidas el Banco de Reactores se utiliza para optimizar procesos de fermentación y síntesis para aditivos en diversos alimentos. [168]

Por parte de la industria textil el Banco de Reactores es implementado para generar reacciones químicas en tratamientos de fibras y síntesis de colorantes a partir de investigaciones en ellos y desarrollo de productos sostenibles.

En la industria de fragancias y aromas el Banco de Reactores se usa como base al desarrollo sostenible en perfumes por medio de síntesis con ingredientes naturales y evaluación de reacciones químicas para obtener compuestos de origen aromático. [169]

Por parte de la industria cosmética la unidad de Reacción tiene fundamento en la investigación y desarrollo de ingredientes para productos químicos, síntesis de emulsiones y conservantes para generar ingredientes innovadores. [170]

Para la industria de pinturas, la Reacción ayuda en la síntesis de pigmentos y resinas, evaluación y desarrollo de reacciones químicas para obtener propiedades requeridas y para encontrar pigmentos de bajo impacto ambiental. [171]

Por parte de la industria de tratamiento de agua, la Unidad de Biorreacción puede ayudar a investigar innovaciones en purificación de agua, síntesis de coagulantes y floculantes por medio del desarrollo de nuevas tecnologías. [172]

Finalmente para la industria metalúrgica, la operación de Biorreacción se utiliza en investigaciones de procesos extractivos y de purificación de metales. [173]

A continuación se presenta la Tabla 47 de las posibles operaciones que se pueden desarrollar en la Unidad de Reacción teniendo en cuenta las diversas industrias:

Tabla 47.

Operaciones Unidad de Banco de Reacción

OPERACIONES BANCO DE REACTORES	
Industria	Operación
Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hidrogenación ✓ Oxidación
Farmacéutica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Síntesis de Ingredientes Farmacéuticos Activos (API)
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tratamiento de Aceites y Grasas ✓ Producción de Aditivos Alimentarios ✓ Reacciones de Fermentación
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fermentación de Bebidas Alcohólicas ✓ Saborización y Aromatización ✓ Producción de Jarabes y Concentrados ✓ Extracción de Ingredientes Naturales ✓ Ajuste de pH y Estabilización
Textil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pretratamiento de Tejidos ✓ Tintura y Estampado ✓ Reacciones de Enzimas Textiles
Fragancias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modificación de Moléculas Aromáticas ✓ Síntesis de Ésteres Aromáticos ✓ Evaluación de Reacciones Aromáticas
Cosmética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Síntesis de Ingredientes Cosméticos ✓ Modificación de Ingredientes Cosméticos ✓ Síntesis de Pigmentos y Colorantes
Pinturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mezcla y Formulación de Pinturas ✓ Síntesis de Aditivos Especiales
Tratamiento de Aguas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desinfección del Agua ✓ Eliminación de Contaminantes ✓ Ajuste del pH y Neutralización
Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tratamiento de Minerales ✓ Metalurgia del Hierro y Acero ✓ Tratamiento de Escorias

Nota. Se indican las operaciones que se pueden realizar en la Unidad Semi-industrial de Banco de Reactores.

Explorar las posibles operaciones en las variables en las industrias del sector químico es esencial al entrelazarlo con la concepción del Portafolio de Servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Esta conexión busca profundizar en el conocimiento acerca de cómo las unidades de proceso y sus equipos pueden ser utilizados eficientemente, tomando en cuenta las tendencias del mercado y la oferta de servicios en concordancia con prácticas sostenibles.

3.2.9 Tren de Evaporadores

Partiendo que el Tren de Evaporadores se implementa para concentrar soluciones líquidas y aumentar la concentración de sustancias, como se menciona en el Capítulo 1 y teniendo en cuenta la información recolectada de las recomendaciones que genera el proveedor para la implementación de sustancias en el equipo, se comienza a examinar en la industria su posible operación:

Para la industria petroquímica la Unidad de Evaporación tienen tendencias de uso en cuanto a productos derivados del petróleo a partir de su separación y purificación, como en gasolina, obtención de sustancias y compuestos químicos, y el diésel. [173]

En cuanto a la industria farmacéutica la operación de Evaporación se encarga de purificar y concentrar ingredientes presentes en medicamentos como procesos con el fin de eliminar impurezas y obtener altas concentraciones. [173]

En relación a la industria de alimentos y de bebidas el Tren de Evaporadores se utiliza para separar elementos esenciales entre estos los más comunes son la producción de las diversas bebidas alcohólicas, extractos naturales, aceites o vinagres. [174]

Por parte de la industria textil el Tren de Evaporadores es implementado para generar reciclaje y tratamiento de mezclas y compuestos, teniendo en cuenta que la sostenibilidad es factor fundamental para este sector por la contaminación que se genera, se usa en eliminación de colorantes residuales y de olores que son no deseados. [175]

En la industria de fragancias y aromas el Tren de Evaporadores se usa como base a cumplir con la tendencia actual de sostenibilidad con los recursos naturales y tecnologías de separación, siendo que sus operaciones son para extraer aceites o componentes de tipo aromáticos. [176]

Por parte de la industria cosmética la unidad de Evaporación tiene fundamento en la separación y purificación de mezclas y componentes utilizados en sus productos a partir de recursos naturales sostenibles con el medio ambiente para el cuidado personal. [177]

Para la industria de pinturas, la Evaporación ayuda en la purificación o elaboración de resinas y de igual forma de solventes químicos. [178]

Por parte de la industria de tratamiento de agua, la Unidad de Evaporación puede ayudar a controlar los olores que emite, la eliminación de sustancias de tipo orgánicas y los compuestos no deseados. [179]

Finalmente para la industria metalúrgica, la operación de Evaporación se utiliza en captura de gases al momento de realizar aleaciones y para no generar emisiones a la atmosfera de productos metalúrgicos. [180]

A continuación se presenta la Tabla 48 de las posibles operaciones que se pueden desarrollar en la Unidad de Evaporación teniendo en cuenta las diversas industrias:

Tabla 48.*Operaciones Unidad de Evaporación*

OPERACIONES TREN DE EVAPORACIÓN TRIPLE EFECTO	
Industria	Operación
Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentración de Soluciones Químicas ✓ Purificación de Compuestos Químicos ✓ Concentración de Solventes Orgánicos
Farmacéutica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentración de Extractos Naturales ✓ Tratamiento de Efluentes Farmacéuticos
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentración de Jugo de Frutas ✓ Elaboración de Leche en Polvo ✓ Concentración de Salsas y Condimentos ✓ Concentración de Sopas y Caldos ✓ Elaboración de Azúcar y Jarabes
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentración de Jugo de Frutas ✓ Concentración de Bebidas Carbonatadas ✓ Concentración de Ingredientes para Licores
Textil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentración de Colorantes y Pigmentos ✓ Preparación de Baños de Teñido ✓ Concentración de Agentes de Acabado
Fragancias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparación de Mezclas de Aromas ✓ Concentración de Soluciones de Fragancia ✓ Concentración de Extractos Naturales ✓ Preparación de Aceites Perfumados
Cosmética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentración de Ingredientes Cosméticos ✓ Preparación de Emulsiones y Cremas ✓ Evaporación de Solventes en Formulaciones Cosmética ✓ Concentración de Aceites y Extractos para Cuidado de la Piel
Pinturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentración de Pigmentos y Colorantes ✓ Evaporación de Solventes en Formulaciones de Pintura ✓ Concentración de Resinas
Tratamiento de Aguas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desalinización de Aguas Salobres y Salinas ✓ Concentración de Efluentes de Plantas de Tratamiento
Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentración de Soluciones de Electrolitos ✓ Concentración de Soluciones de Limpieza ✓ Preparación de Soluciones para Galvanización

Nota. Se indican las operaciones que se pueden realizar en la Unidad Semi-industrial de Evaporación.

Teniendo en cuenta las posibles operaciones que se pueden llevar a cabo según las diversas industrias del sector químico es importante relacionar esto con la elaboración del Portafolio de Servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) para conocer el potencial uso que se le puede dar a las unidades

de proceso y sus equipos teniendo en cuenta las tendencias del mercado y los posibles servicios que se pueden ofrecer a partir de las prácticas sostenibles.

3.3 Riesgos y Recomendaciones

Los riesgos están presentes en cada momento desde que se ejecuta una Unidad de Proceso, por eso es fundamental conocer el uso adecuado de los equipos teniendo en cuenta los mantenimientos que se les deben realizar periódicamente según los Manuales de Operación y las precauciones de manejo.

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) al ser una planta semi-industrial del sector químico, existen diversos riesgos que se pueden presentar tanto en sus instalaciones, como en infraestructura y en operaciones.

Siendo así, a continuación se tienen en cuenta parámetros que recomiendan el proveedor y las investigaciones pertinentes que egresados han realizado para la puesta en marcha de la planta.

Conocer los riesgos que pueden existir se relacionan al Portafolio de Servicios con el fin de comprender en su totalidad el uso de las Unidades de Proceso y las prevenciones que se deben tener en cuenta al estar en la planta, de igual forma generará confiabilidad y seguridad a los clientes y a las personas que trabajan allí descubrir que el CEPIIS está preparado y dispuesto a reaccionar con agilidad de forma correcta a dar respuestas en situaciones de emergencia que lo requieran.

3.3.1 Identificación del Proveedor

El proveedor de las unidades de proceso *PROCESS SOLUTIONS AND EQUIPMENT PSE S.A.S*, en todos los Manuales de Operación que entrega según corresponde tiene un apartado de seguridad general y tiene en cuenta las siguientes características para laboratorios y plantas industriales: [62]

3.3.1.a. Peligro de Explosión. El peligro de explosión se genera por la manipulación de sustancias que sean de condiciones naturales inflamables o cuando existen mezclas volátiles en el entorno y se genera un confinamiento en espacios cerrados, como se muestra su señal en la Figura 24. [181]

Figura 24.
Peligro de Explosión



Nota. Representa la señal de seguridad y advertencia para explosión. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Normalmente, esta es considerada como una de las causas más graves de accidentes laborales, para evitar esto se debe estar con el equipo de protección necesario dentro de la planta y evitar formaciones de atmosferas explosivas, siendo que si existe el riesgo de forma evidente se debe actuar rápidamente eliminando las Notas de inicio de combustiones y mitigar efectos secundarios que generen explosiones a partir de implementar las medidas especificadas en la zona de trabajo. [181]

Siendo que los equipos al ser operados pueden generar una sobre presión en el interior de su estructura, lo cual traerá consigo efectos de explosión y liberación de vapores con altas condiciones de presión y de temperatura al ambiente. [62]

Este riesgo es de vital importancia porque al causarse puede generar daños significativos en la infraestructura de las Unidades de Proceso, de la Planta y de las personas que se encuentran en su interior o en lugares próximos, tendría de igual forma en impactos de agravio medioambientales.

En la relación al Portafolio de Servicios, se puede pensar en ofrecer consultorías por medio de expertos en el área para seguridad de procesos o de plantas, de igual forma

se puede ofrecer espacios para que se realicen capacitaciones en protocolos, emergencias y desarrollos de planes de evacuaciones de forma teórico-práctica desde la planta.

Para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) conocer los riesgos que se pueden presentar son de vital importancia para hacer enfoques y análisis en posibles emergencias antes de la puesta en marcha.

3.3.1.b. Riesgo de incendio. El riesgo de incendio se presenta como fuego que no es capaz de controlar, el cual se presenta usualmente a causa de Notas de ignición o combustión y también en presencia de sustancias o materiales inflamables y volátiles, como se ve su señal en la Figura 25. [182]

Figura 25.
Riesgo de Incendio



Nota. Representa la señal de seguridad y advertencia para incendio. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible:
<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4S>
[ueo](#)

Los incendios pueden generar grandes daños como pérdidas de significativas vidas, en la planta y sus alrededores, y en la operación de la misma. Pueden propagarse por medio de radiación a través de calor emitido por ondas, de conducción por parte de medios conductores y de convección por medio de fluidos en movimiento. [182]

Para este caso de accidentes, se deben tener sistemas implementados de evacuación, detección y extinción. Teniendo en cuenta que si se propaga puede generar humo, gases tóxicos, calor y finalmente llamas. [182]

La operación de las Unidades de Operación con sustancias líquidas o vapores altamente inflamables puede ser causales de generar incendios. [62]

En el contexto del Portafolio de Servicios, se puede considerar la prestación de servicios de asesoría a través de expertos especializados en la seguridad de procesos y plantas. Asimismo, se puede ofrecer oportunidades para llevar a cabo capacitaciones sobre protocolos, situaciones de emergencia y la formulación de planos de evacuación, brindando un enfoque tanto teórico como práctico desde las instalaciones de la planta.

3.3.1.c Riesgo eléctrico. El riesgo eléctrico se da a produce en las instalaciones de esa índole donde se presentan choques eléctricos, cortocircuitos, electrocución y quemaduras, estos pueden producir incendios o explosiones a partir de chispas, como se muestra su señal preventiva en la Figura 26. [183]

Figura 26.
Riesgo Eléctrico



Nota. Representa la señal de seguridad y advertencia para riesgo eléctrico. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Este riesgo puede causar lesiones graves, afectar las operaciones y dañar las Unidades de Proceso. Se producen normalmente por equipos en mal estado y poco mantenimiento, descarga eléctrica, contacto directo o indirecto con la zona de electricidad, rayos, sobrecargas y tensiones de contacto. [183]

Se debe tener en cuenta que los equipos funcionan a partir de altos amperajes por medio del suministro de la corriente eléctrica monofásica y trifásica. [62]

Dentro del ámbito del Portafolio de Servicios, se plantea la posibilidad de proporcionar consultorías a través de expertos en seguridad de procesos y plantas. Del mismo modo, se pueden ofrecer espacios para la realización de entrenamientos en protocolos, gestión de emergencias y la elaboración de planos de evacuación, ofreciendo una perspectiva tanto teórica como práctica desde la misma planta.

3.3.1.d. Superficies calientes. Los riesgos por superficies calientes se fundamentan en los equipos de la planta que pueden llegar a alcanzar elevadas temperaturas causando quemaduras, como se muestra su señal en la Figura 27. [184]

Figura 27.
Superficies Calientes



Nota. Representa la señal de seguridad y advertencia para superficies calientes. Tomado de: *Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea]* Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Este tipo de riesgo puede ocasionar lesiones a las personas involucradas y daños en las Unidades de Proceso. Teniendo en cuenta que los equipos en ejecución pueden alcanzar temperaturas considerablemente elevadas que causen quemaduras de diferente tipo.

En relación con el Portafolio de Servicios, se puede contemplar la prestación de consultorías mediante profesionales especializados en seguridad de procesos y plantas. Igualmente, se pueden habilitar áreas para la realización de programas de capacitación en protocolos, respuesta a emergencias y la formulación de planos de evacuación, abordando estos temas de manera teórico-práctica directamente desde las instalaciones de la planta.

3.3.1.e. Riesgo de caída de objetos. El riesgo de caída de objetos cuenta con la posibilidad que materiales, herramientas, sustancias, entre otros, caigan desde alturas elevadas. Puede ocasionar lesiones graves o leves según sea lo que caiga y si no se tiene la adecuada seguridad personal de planta. como se muestra su señal en la Figura 28. [185]

Figura 28.
Riesgo de Caída de Objetos



Nota. Representa la señal de seguridad y advertencia para caída de objetos. Tomado de: Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>

Se pueden presentar de diferente manera, pueden ser caídas desde el mismo nivel al tropezarse o resbalarse en una superficie plana por espacios desorganizados, por obstáculos o que no cuentan con la correcta limpieza, y caídas a distinto nivel por falta de barandas de seguridad, superficies inestables o resbaladizas. [185]

En cuanto a las Unidades de Proceso se debe tener en cuenta que al realizar mantenimiento y manipulaciones en los equipos se requiere la implementación de herramientas que pueden ser causantes de daños si caen al suelo. [62]

En el marco del Portafolio de Servicios, se examina la posibilidad de ofrecer asesorías a través de expertos especializados en seguridad de procesos y plantas. De manera similar, se plantea la opción de brindar espacios para llevar a cabo entrenamientos en protocolos, situaciones de emergencia y la planificación de evacuaciones, proporcionando un enfoque práctico y teórico desde la misma planta.

3.3.1.f. Precauciones. Las precauciones se rigen a partir de un principio que consiste en la realización de actividades, cuando estas ocurren pero se observa que pueden existir amenazas o daños en cuanto a salud o en el medio ambiente, se deben tomar medidas necesarias para mitigar y prevenir consecuencias desastrosas en el ambiente que se presente. [185]

El proveedor en sus Manuales de Operación proporciona precauciones generales que se deben tener al momento de ejecutar las Unidades de Proceso las cuales son: [62]

- Debe haber flujo constante de agua fría.
- Desocupar el reservorio de agua si el equipo no se va a emplear durante un periodo prolongado.
- El operador no debe trabajar turno de más de 8 horas continuas sin descanso.
- Evitar acceso al panel de cajas eléctricas.
- Lavar la unidad inmediatamente después de realizar proceso de absorción y recuperación del solvente.
- Limpiar frecuentemente el equipo.
- No descargar sistema en caliente.
- No exceder los límites establecidos para las variables de operación.
- No permitir que entre líquido a la bomba de vacío.

- Operar el proceso con mínimo 2 o 3 personas.
- Si existe una magnitud de fuga grande se debe detener la operación.
- Tener relevo de operarios.

Estas precauciones que expone el proveedor tienen como objeto indicar procedimientos a seguir para generar confiabilidad y seguridad en la planta, y un correcto uso de las Unidades de Proceso para que no se tengan graves riesgos o daños con su ejecución, minimizan accidentes y se cuida la vida útil de los equipos para generar buenas prácticas en la industria.

Conocer las precauciones que genera el proveedor ayuda a que en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) se cumplan para evitar graves daños y generando confianza a las personas que trabajen allí. Por parte del Portafolio de Servicios, se puede ofrecer consultorías y capacitaciones en cuanto a seguridad de plantas y operaciones generadas por expertos en el área. De igual forma, se les debe proporcionar esta información a los clientes que quieran operar las Unidades de Proceso para que no surjan en la ejecución daños irreparables.

3.3.1.g. Requerimientos de operación. Los requerimientos de operación son guías realizadas para cuidar y garantizar la seguridad humana en una instalación es este caso en la planta semi-industrial, se establecen también con el fin de demostrar un funcionamiento correcto en equipos a partir de la ejecución de procesos industriales allí. [186]

En la siguiente tabla se presentan las condiciones de operación que se deben tener en cuenta al momento de usar una Unidad de Proceso realizando ensayos en los diferentes Centros o prácticas en el laboratorio BIOCAL, según los proveedores: [62]

Tabla 49. Requerimientos de Operación

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN	
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balde para recolección de purgas ✓ Embudo ✓ Juego de llaves de tuercas ✓ Llave expansiva
Dispositivos de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Envase para almacenar solvente antes y después de la operación ✓ Envases de material inerte = Vidrio Ámbar, HDPE, PP para toma de muestras
Registro de información	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bitácora de laboratorio ✓ Formato para registro de manejo del equipo ✓ Formatos para registro de datos de proceso
Elementos de seguridad y aseo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bata de laboratorio ✓ Botiquín de primeros auxilios ✓ Casco ✓ Equipo anti-derrame ✓ Extintor ✓ Gafas de seguridad ✓ Guantes de carnaza o resistentes al calor ✓ Señalización de áreas de trabajo, equipos, líneas y rutas de seguridad

Nota. Indica las necesidades para operar las Unidades Semi-industriales de forma segura.

Como se observa en la Tabla 49 estos requerimientos de operación que da el proveedor proporcionan información clara y concisa para la operación correcta de los equipos industriales y el cuidado de la vida humana en la planta al practicar ensayos.

Conocer los requerimientos de operación para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) es fundamental para hacerlos cumplir con el fin de proteger a las personas que trabajan allí y prolongar el tiempo de vida útil de cada equipo de la planta semi-industrial. Por parte del Portafolio de Servicios al momento que un cliente contrate servicios con el CEPIIS se le debe dar una correcta formación y capacitación de los riesgos, requerimientos y precauciones que debe tener al momento de utilizar las Unidades de Proceso para realizar su proyecto y con esto generan operaciones seguras y confiables con buena culminación de ensayos.

3.3.2 Propuesta de recomendaciones sobre los análisis de riesgos anteriormente evaluados

Analizar los riesgos que pueden ocurrir en una planta es fundamental para realizar su puesta en marcha debido que al tener emergencias ya hay respuesta inmediata a planes o soluciones de contingencia.

Al reconocer los resultados de tesis previas sobre los posibles riesgos en la planta, esto genera enriquecimiento continuo a las prácticas operacionales, debido a que al destacar hallazgos encontrados, ayuda a toma de decisiones y oportunidades de mejora.

Es por esto que a través de tesis y proyectos anterior y actualmente realizados por compañeros del equipo de la planta se realiza una exploración en riesgos asociados a operaciones y con esto generar recomendaciones para garantizar que al ofrecer servicios de las Unidades de Procesos en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) se garantice un ambiente seguro que genere confianza de operación.

3.3.2.a Proyecto: Propuesta de un plan de gestión de riesgo en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la universidad de América utilizando las herramientas de análisis de riesgo What If, Hazop y la metodología Bow-Tie.

El trabajo de Grado que lleva el nombre de *Propuesta de un plan de gestión de riesgo en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la universidad de América utilizando las herramientas de análisis de riesgo What If, Hazop y la metodología Bow-Tie* realizada para la planta piloto y a la Universidad de América, tiene como finalidad ejecutar un análisis de identificación de zonas de riesgos específicas de la planta semi-industrial teniendo en cuenta metodologías Bow-Tie, What If y Hazop para prevenir y mitigar accidentes en las zonas CETA (Centro de Transformación y Adecuación) y CEPURE (Centro de Purificación y Refinación). [18]

Esta tesis utiliza tres enfoques por medio de herramientas metodológicas, la metodología What-If por medio del cual identifica riesgos y situaciones o eventos que pueden ocurrir, el análisis HAZOP que se centra en detectar riesgos en las instalaciones de una planta industrial, y la metodología Bow-Tie que se basa en la representación

gráfica de amenazas, medidas preventivas y acciones de mitigación, todo basado en un plan de gestión de riesgos operacionales.

El análisis de la metodología Bow-Tie que identifica el autor para los Centros, indica los riesgos que pueden ocurrir en cada equipo que pertenece a las dos zonas. En la zona CEPURE, se encuentra la Unidad de Proceso de Destilación en la cual se evidencia la pérdida de contención en tanques, afectación del fluido y rupturas en tuberías; en la Unidad de Proceso de Absorción se considerarán situaciones como pérdida de contención en tanques y rupturas en la columna; en la Unidad de Proceso de Secado se presentan riesgos asociados con afectaciones en el material a secar y la eficiencia del proceso; en la Unidad de Proceso de Extracción relaciona la pérdida de contención en tanques y equipos. Para la zona CETA, la Unidad de Proceso de Banco de Reacción identifica riesgos como pérdida de contención en reactores y tanques de alimentación; finalmente, en la Unidad de Proceso de Tren de Evaporadores se presenta eventos como pérdida de contención en tanques y derrames en evaporadores. [18]

La propuesta que se genera en cuanto a recomendaciones es evaluar la posible investigación continua y actualización semestral del análisis Bow-Tie para conocer cómo ha evolucionado el CEPIIS si de manera correcta o incorrecta teniendo en cuenta tecnologías digitales que son tendencia en la industria actualmente para generar detección temprana en las operaciones que se llevan a cabo, de igual forma implementar sistemas de alerta y protocolos de evacuación para conocer si en alguna situación se puede generar un evento de desastre con el fin de generar respuesta inmediata en la planta antes de que ocurran consecuencias mayores.

Para el análisis HAZOP, se tuvieron en cuenta diferentes equipos de las unidades pertenecientes a las dos zonas, para CEPURE, en la Unidad de Destilación y Absorción y Extracción, el autor identifica que puede ocurrir pérdida de contención, riesgo de sobrecalentamiento, inundación, goteo y rupturas, para la Unidad de Secado identifican afectaciones al material, desgastes e ineficiencias de procesos. Para la zona CETA, la Unidad de Banco de Reactores puede existir pérdidas de contención, derrames, y sobrecalentamientos.

Las propuesta en recomendaciones para este caso que se pueden implementar en el análisis HAZOP primordialmente es realizar una evaluación del avance periódico de la

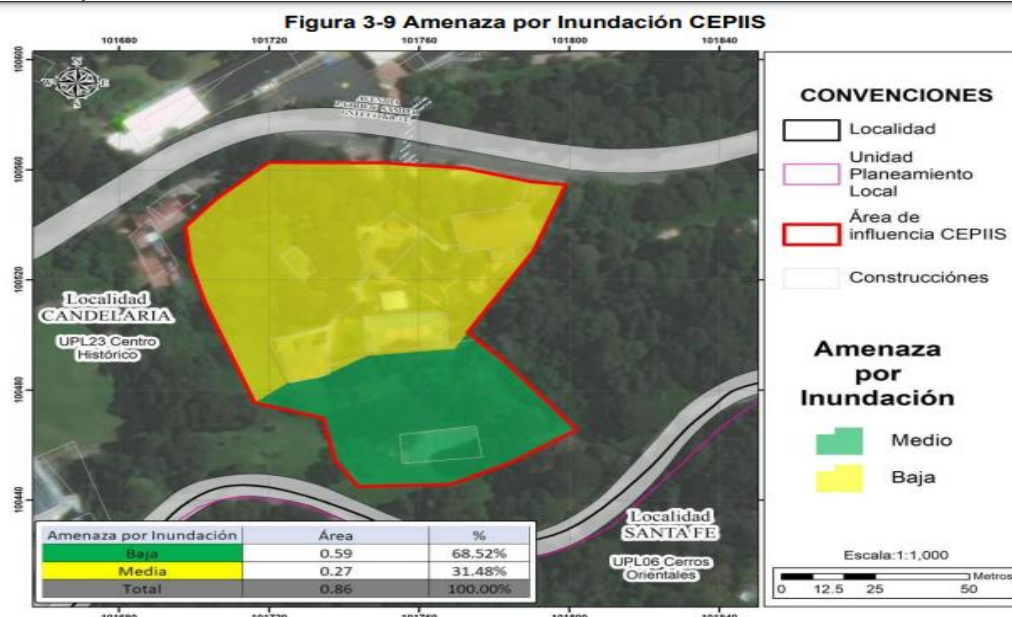
planta en cuanto a los factores existentes, de igual forma para la zona CEPURE en la Unidad de Destilación y Absorción y Extracción se puede a partir de supervisiones y mantenimientos consecutivos mitigar posibles daños que puedan existir, para la Unidad de Secado a partir de planes de mantenimiento según corresponda con la información estructural del equipo en el Capítulo 1 se prolongará la vida útil de los equipos con un correcto uso. Para la zona CETA, la Unidad de Banco de Reactores y Tren de Evaporadores, a partir de implementación de sensores y alarmas se puede estar preparado para responder de forma eficaz para cualquier cambio en las condiciones de operación que represente riesgos.

Siendo así, todo lo mencionado se vincula con las tecnologías digitales que están en auge en la industria química en la actualidad teniendo en cuenta la evolución de la Industria 4.0, proporcionando un valor agregado tanto a la planta como al Portafolio de Servicios y con esto se permite la implementación de prácticas que involucran el análisis y control de datos, seguridad y confiabilidad a los clientes con los que se quiera contratar y en las operaciones a realizar.

3.3.2.b Proyecto: Formulación de un plan de gestión del riesgo y del desastre PDGRD para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS mediante análisis de consecuencia.

El trabajo de grado que lleva el nombre de *Formulación de un plan de gestión del riesgo y del desastre PDGRD para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS mediante análisis de consecuencia*, realizada para la planta piloto y a la Universidad de América, realiza investigación de riesgos naturales que pueden existir y cómo afecta a la infraestructura de la planta y alrededores. [12] El autor indica a partir de ilustraciones las amenazas que pueden ocurrir según sea el desastre natural, en este caso para inundación:

Figura 29.
Amenaza por Inundación



Nota: en la Figura 3-9 se presenta de manera esquemática las áreas susceptibles a inundación del Centro de Procesos e Innovación para la industria Sostenible CEPIIS, derivado de la revisión del medio geosférico y rangos climáticos multianuales. Fuente: [10].

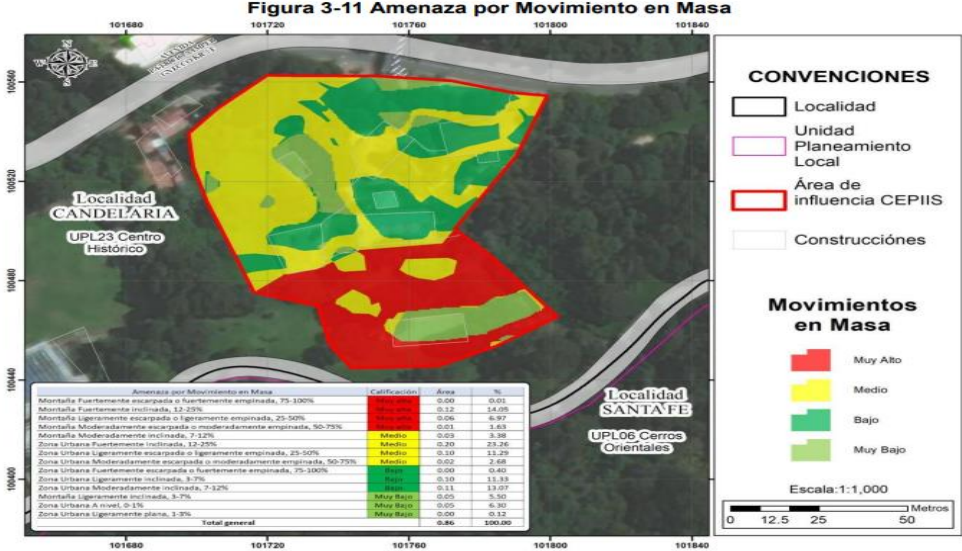
Nota. Representa el área en el cual se podría ver afectada la zona. Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Ascencio Blanco, Kimberly Tatiana. (2023). “Formulación de un plan de gestión de riesgo y desastre PDGRD para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) mediante análisis de consecuencia”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/10ejnV4DgCmiQGdKhN4BcfZCqOHdWFhjq>

Esta Figura 29 indica a partir de cálculos que si llega a existir una inundación, el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) tendrá una posibilidad media de inundación, esto se puede mitigar creando barreras de contención alrededor de la instalación y mejorando los sistemas de drenaje y desagües por medio de tecnologías avanzadas.

Para el Portafolio de servicios tener en cuenta este aspecto es fundamental debido a que por efectos naturales como inundaciones los proyectos e investigaciones de los clientes se pueden ver afectados tanto como las Unidades de Proceso, por esta razón se trae a correlación que se quiere implementar una planta de tratamiento de aguas industriales las cuales van a ser de proceso, de filtración y de lluvia, lo cual al implementar este sistema podrá ayudar a generar soluciones sostenibles y que no afecten la planta.

El autor indica a partir de ilustraciones las amenazas que pueden ocurrir según sea el desastre natural, en este caso para temblores y terremotos:

Figura 30.
Amenaza por Temblores y Terremotos



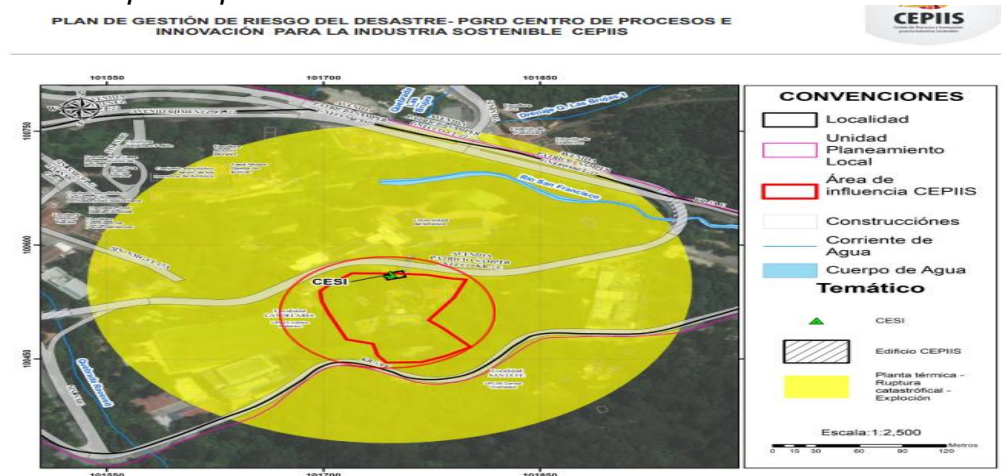
Nota: en la Figura 3-11 se presenta la amenaza por movimiento en masa, derivado del análisis de pendientes del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS, las pendientes se ubican en una calificación entre alta y muy alta considerando el sector donde se encuentra el centro de procesos, adaptado por [10].

Nota. Indica el área en el cual se vería la zona afectada. Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Ascencio Blanco, Kimberly Tatiana. (2023). “Formulación de un plan de gestión de riesgo y desastre PDGRD para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) mediante análisis de consecuencia”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/10ejnV4DgCmiQGdKhn4BcfZCgOHdWFhjq>

Esta Figura 30 indica a partir de cálculos que si llega a existir un temblor o terremoto, el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) tendrá una posibilidad baja de movimiento de masa, como recomendación es indispensable el uso de elementos de protección personal como el casco, debido a que como se trabaja con equipos robustos puede caer un objeto desde una altura específica que puede causar daños tanto leves como graves, de igual forma revisar constantemente la infraestructura de los equipos por medio de mantenimiento periódico que asegure la vida de las personas en casos de emergencia, y finalmente tener una ruta de evacuación y capacitar a las personas que trabajan en la planta para primeros auxilios en respuesta al evento. El Portafolio de Servicios se rige a partir de la seguridad y confiabilidad a los clientes por si ocurre una eventualidad o emergencia se proteja al personal que está en la planta y

con esto demostrar la capacidad de respuesta a eventos de tal magnitud. El autor indica a partir de ilustraciones las amenazas que pueden ocurrir según sea el desastre natural, en este caso para explosiones:

Figura 31.
Amenaza por Explosión



Nota: como se presenta en la Figura 3-39, se evidencia la amenaza por explosión la cual, en una eventual materialización, la onda de explosión llegaría incluso hasta la avenida Jiménez (Centro de la ciudad de Bogotá), se presenta que los elementos vulnerables que se encuentran más cerca del epicentro, serían los más afectados.
Fuente: [10].

Nota. Indica el área afectada en la zona. Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Ascencio Blanco, Kimberly Tatiana. (2023). "Formulación de un plan de gestión de riesgo y desastre PDGRD para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) mediante análisis de consecuencia". [En línea]

Disponibles:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/10ejnV4DgCmiQGdKhN4BcfZCgOHdWFhJg>

Esta Figura 31 indica a partir de cálculos que si llega a existir una explosión aérea que va a tener desde el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) hacia sus alrededores será bastante grande, llega por un costado hasta la Universidad de Los Andes, al otro costado con el Centro de Gaviotas, la Quinta de Bolívar y los Cerros Orientales.

Como propuesta de recomendación, se debe hacer una evaluación de riesgos continua de forma semestral si es posible, también establecer zonas para evacuaciones rápidas y puntos de encuentro y realizar simulacros de emergencias, todos estos deben ser diferentes a los planes que la Universidad de América ya maneja porque al existir peligro de explosión u otra emergencia, zonas de evacuación no serán las mismas, de igual forma tener una alarma diferente a la de la Universidad que indique emergencia de la

planta; se debe considerar también que el almacenamiento de las sustancias y reactivos peligrosos estén en ambientes no inflamables.

Para generar el Portafolio de Servicios, conocer los riesgos que pueden existir tanto de infraestructura, naturales o demás tiene fundamento para generar seguridad en operaciones y confianza a los clientes que quieren contratar para elaborar sus proyectos e investigaciones en el lugar.

3.3.2.c Proyecto: Propuesta de un plan de gestión de prevención y mitigación de los riesgos de las zonas del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS).

El trabajo de Grado que lleva el nombre de *Propuesta de un Plan de Gestión de Prevención y Mitigación de los Riesgos de las Zonas del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS)* realizada para la planta piloto y a la Universidad de América, realiza una contribución en la seguridad de la planta semi-industrial, esto se realiza de forma integral teniendo en cuenta las diferentes zonas disponibles que existen en las instalaciones en el cual identifica amenazas que pueden incurrir en el desarrollo de actividades y procesos a partir de la gestión de riesgos. [19] Utiliza dos tipos de metodologías en su elaboración, la metodología HAZOP la cual trata sobre la identificación de peligros de una instalación, y la metodología Bow-Tie que incurre en representar las amenazas, prevenciones y mitigaciones, todo a partir de un plan de gestión de riesgos operacionales.

En cuanto al análisis del estudio HAZOP el autor expone que la probabilidad en que se generen ocurrencias de eventos peligrosos se ha clasificado en la mayor parte como baja, sin embargo, las consecuencias potenciales, especialmente en términos de infraestructura, son de importancia crítica en Unidades de Extracción, Planta Térmica y Reacción, esto debido a que las sustancias que se pueden manejar allí y a ciertas condiciones de operación si no se manejan y controlan de forma correcta, puede incurrir en eventos catastróficos como explosiones e incendios, teniendo en cuenta que esto se puede dar a partir de derrames de compuestos, fugas y obstrucción en tuberías, y cambios drásticos de condiciones de procesos. [19]

Como propuesta de recomendaciones es fundamental realizar capacitaciones a las personas que van a operar las máquinas y a las que estarán trabajando en la planta

antes de cualquier proyecto a inicializar, con el fin de realizar asegurar manejo de equipos de forma adecuada y segura. De igual manera, generar un control y monitoreo continuo desde el Centro de Control y Optimización (COCO) con el fin de evaluar riesgos a partir de la información que proporcionan los sensores y los datos de cada Unidad de Proceso y a la vez tener un plan de repuesta inmediato a cambios de condiciones normales en los equipos. También tener un programa de mantenimiento de forma constante según sea por Unidad a partir de la información estructural que se proporciona en el Capítulo 1 con el fin de reducir fallas inesperadas. Así mismo al momento de existir derrames, fugas o cambios de las condiciones naturales de operación se involucren alarmas para identificar en la menor brevedad de tiempo posible que puede existir un riesgo sea mínimo o catastrófico debido a que si no es grave puede evolucionar su riesgo con el paso del tiempo.

Por parte del análisis de la metodología Bow-Tie, el autor indica que se identifican tres escenarios importantes los cuales son las rupturas o desbordamientos de los tanques, de igual manera el sobrecalentamiento de los mismos y la sobrepresión que puede existir en las tuberías.

Teniendo en cuenta los panoramas anteriormente identificados, para las rupturas y desbordamientos se propone implementar sensores o sistemas de monitoreo que detecten los cambios que existen en el nivel del tanque como prevención del desarrollo en las operaciones. Para el sobrecalentamiento de tanques se pueden incluir sensores que tengan monitoreos continuos y que estén preparados para refrigerar al momento de emergencias. Por parte de la sobrepresión, al implementar válvulas de seguridad y realizar seguimiento de mantenimiento en las tuberías y los tanques se puede evitar riesgos en la operación de las Unidades de Proceso.

Todo lo anterior relacionándolo con las tecnologías digitales que actualmente son tendencia en la industria lo cual genera un valor agregado a la planta y al Portafolio de Servicios para ofrecer prácticas con análisis y control de datos.

4. PORTAFOLIO DE SERVICIOS

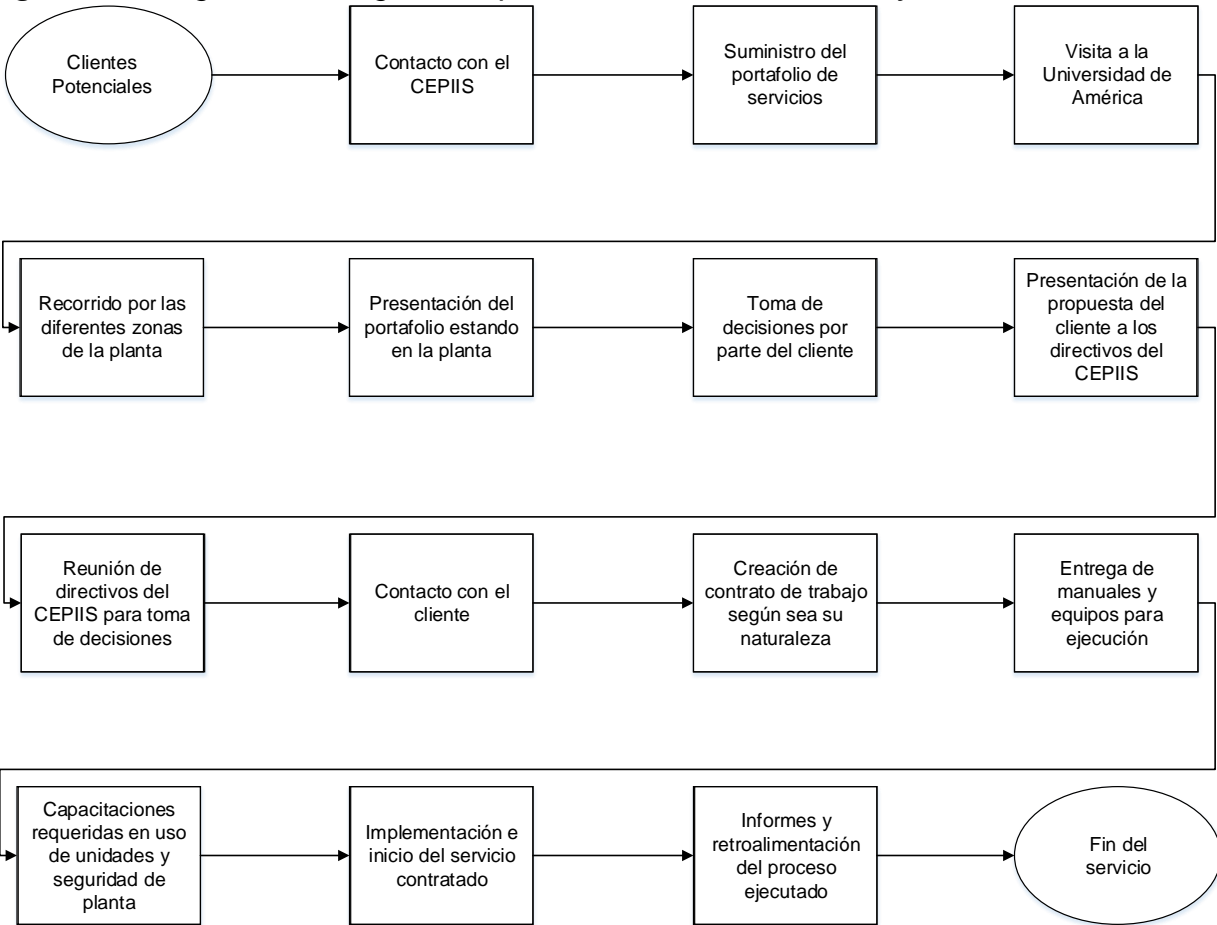
El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) está en el proceso final de acondicionamiento de sus instalaciones para realizar la puesta en marcha de la planta, es allí donde se genera la necesidad de realizar un Portafolio de Servicios para conocer que va a suceder en el momento en el que se dé inicio a la planta semi-industrial, esto debido a que se necesitarán servicios de consultoría, extensión e investigación a partir de las Unidades de Proceso disponibles que favorezcan diferentes ámbitos, con el fin de resolver necesidades de tendencia en el mercado para la práctica de proyectos e investigación.

4.1 Logística Operacional

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS), se necesita de una gestión logística para tener claro el proceso que se debe tener con un cliente que esté interesado en adquirir servicios de la planta de manera eficiente y correcta.

A continuación en la Figura 32, por medio de un diagrama de bloques se indica el proceso logístico que se debe tener en cuenta desde el momento en el que el cliente demuestra su interés en contratar los servicios de la planta hasta el momento en el cual se da por finalizado el servicio de forma satisfactoria.

Figura 32. Diagrama de Logística Operacional Relación Cliente y CEPIIS



Nota. Se presenta el diagrama lógístico que se debe seguir para conocimiento relacionamiento de clientes.

El proceso logístico tiene una fase inicial por medio de los Clientes Potenciales en la cual ellos por medio de participación en congresos, en conversatorios o interacción en redes sociales se enteran del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) como planta semi-industrial que ofrece servicios a la industria. Seguido a esto se genera el contacto inicial con el CEPIIS por parte de los Clientes manifestando el interés que tienen en adquirir los servicios. Por medio de esta etapa ellos generan una comunicación a los correos o números que aparecen en la publicidad que encuentran.

Después se le suministra el Portafolio de Servicios teniendo en cuenta del sector industrial del que provengan el cual tiene información detallada de los servicios que se

ofrecen y las Unidades de Proceso disponibles que existen, con el fin que el Cliente conozca la versatilidad de nuestras operaciones.

Continuando con una Visita a la Universidad de América para que el Cliente Potencial conozca los laboratorios e instalaciones con el fin de dirigirse a Bienestar Universitario donde se encuentra ubicada la planta semi-industrial.

Posteriormente al llegar al Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) se le da un recorrido por cada zona para que perciba las Unidades de Proceso y realice una comprensión amplia de los recursos disponibles en relación a las necesidades de su proyecto e innovación.

Terminando el recorrido, es lugar a presentarle el Portafolio de Servicios de forma presencial para conocer la opinión del Cliente.

Luego el Cliente Potencial realiza la toma de decisiones a partir de lo observado teniendo en cuenta parámetros de viabilidad de su proyecto, y conveniencia al adquirir servicios con el CEPIIS.

Seguido a esto el Cliente Potencial presenta un informe de la investigación o proyecto que va a ejecutar según el servicio seleccionado en una Unidad de Procesos específica. Continuando se realiza una reunión de directivos del CEPIIS para tomar decisiones según la posibilidad de implementación del proyecto, en la cual por medio de la revisión de la propuesta se llega a un veredicto final asegurándose que se ajuste a las capacidades, materiales y objetivos sostenibles de la planta.

Después se contacta al cliente nuevamente para indicarle la decisión tomada. Donde luego se crea el contrato de trabajo con términos, condiciones y plazos detallando alcances y responsabilidades de uso.

Posteriormente se hace la respectiva entrega de manuales y guías al Cliente para ejecutar correctamente las Unidades de Proceso y tener una seguridad confiable en la planta. De igual forma se le realizan capacitaciones con el mismo fin.

Luego se pasa a la implementación de las Unidades de Proceso teniendo en cuenta buenas prácticas de uso, seguridad de la planta, requerimientos de operación, precauciones y límites operacionales, que generarán un correcto uso del equipo con procesos de calidad. Si realiza escalamiento de procesos puede pasar directamente a

caracterizarlos para tener en detalle la transformación que su proyecto obtuvo revisando especificaciones requeridas a través de las necesidades del Cliente.

Continúa con la entrega de informes, equipos o unidades utilizadas, y retroalimentación del proceso ejecutado en el cual proporcione detalles del progreso del proyecto y los resultados que obtuvo. De igual forma se genera un feedback en el cual indique la satisfacción que presenta el Cliente con la Unidad de Proceso utilizada, el producto final obtenido, la ejecución de operación, el ambiente laboral, la comodidad de trabajo y las oportunidades de mejora si así lo considera.

Finalmente el servicio llega a su fin con el Cliente Potencial a partir de los términos acordados, siendo que esta etapa indica la culminación exitosa de la colaboración entre el CEPIIS y el cliente.

Todo lo anteriormente descrito se realiza teniendo en cuenta la opinión de los clientes potenciales según la experiencia que se lleven, la satisfacción del trabajo ejecutado, y la percepción que tiene del CEPIIS, debido a que de esta forma se podrá generar divulgación en la industria, con más empresas y expertos en el campo de ingeniería para generar reconocimiento, una buena reputación con objetivos sostenibles y un valor competitivo entre las demás plantas semi-industriales y en el mercado.

4.2 Factor Diferenciador y Valor Agregado

Un factor diferenciador es una característica o aspecto de la razón de investigación que crea distinción entre su competencia, siendo que pueden ser de cualquier área ya sea económico, social, estético, técnico, psicológico. [187]

Este es el que hace que una oferta sea única y llame la atención de los clientes potenciales de la industria. [187]

Durante el proceso de investigación y análisis para el desarrollo del portafolio de servicios del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS), se realizaron visitas a instituciones educativas, a la Universidad Pontificia Javeriana y la Universidad de los Andes. Estos recorridos proporcionaron una visión integral de las instalaciones, equipos y laboratorios utilizados por estas instituciones en el ámbito de la ingeniería.

En la Universidad Pontificia Javeriana, se destacó el modelo de acompañamiento como factor diferenciador fundamentándose en que institución brinda un apoyo continuo a los estudiantes, a los docentes, a las empresas y a los externos a lo largo de sus proyectos con el fin de fomentar un enfoque más cercano y personalizado en el desarrollo de habilidades y conocimientos, en el [Anexo 10](#) podrá encontrarse el informe de la visita realizada a la academia. Por otro lado, en la Universidad de los Andes, el énfasis se centró en la creación propia de equipos industriales y tecnológicos, evidenciando una capacidad única para innovar y adaptar herramientas a las necesidades específicas de sus programas académicos y para ofrecer mejores servicios a la industria desde sus propios prototipos.

Al comparar esta experiencia junto con el enfoque que tiene el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) y con los lineamientos que la Universidad de América sigue, se evidencia que el factor diferenciador de la planta semi-industrial se fundamenta en sus *unidades de proceso versátiles aplicables a la industria en el diseño de producto y prototipado*.

Teniendo como eje principal el compromiso con la *sostenibilidad e innovación* y valor agregado el uso de la planta en la industria para ofrecer servicios que solucionen necesidades de las tendencias de la industria actual.

Esto debido a que Unidades de Proceso escalables del CEPIIS se diferencian por la integración de prácticas y procesos sostenibles en todos los aspectos de su operación. Esta característica única responde a las tendencias actuales del mercado en el sector químico, y también demuestra la creciente importancia de la sostenibilidad en el área industrial y de ingeniería.

El mundo en el que se vive actualmente la responsabilidad ambiental, de investigación y desarrollo es cada vez más importante, el CEPIIS se destacará por brindar servicios no sólo tecnológicamente innovadores, sino también social, económica y ambientalmente responsables amigables con el medio ambiente que estén acordes y en constante evolución a las tendencias de la industria química.

4.3 Desarrollo del Portafolio de Servicios

Para el desarrollo del Portafolio de Servicios se tuvieron en cuenta páginas web que presentan los servicios que ofrecen desde allí [183], de igual forma los portafolios de otras universidades tienen como el de la Universidad de Los Andes [188], y la Universidad Nacional de Colombia [189].

A partir de investigación de en diferentes páginas, se crea el sitio web en Wordpress del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) [190] la cual incluye al inicio una descripción de ¿Quiénes somos?, los videos realizados a la planta, el equipo docente que lo conforma, la ubicación y el contacto.

De igual forma se encuentra una página sobre ¿Quiénes Somos?, en la cual se explica el propósito, la promesa a nuestros clientes, los valores institucionales en cuanto a misión, visión y principios.

Otra página que se encuentra allí es la Biblioteca del CEPIIS que incluye los trabajos realizados de tesis por los estudiantes que han conformado el grupo de trabajo de la planta, las guías, manuales y protocolos que se han realizado a partir de las tesis.

También se encuentra la página del Portafolio en donde se encuentran los servicios que ofrecemos y su documento con posibilidad de saber más de cada uno, al ingresar al servicio se cuenta con información más detallada sobre el mismo y posibilidad de contacto.

Luego se encuentra la página de los Centros, en la cual aparecen nuestras 7 áreas en las que se puede indagar más para conocer sobre cada una de ellas, al entrar se encuentra información acerca de las unidades de proceso respectivas del Centro, las ventajas competitivas y el sector de aplicación.

Seguida a esta, otra página es del Semillero de investigación el cual fue creado en el segundo semestre del año 2023 con el nombre “Semillero CEPIIS”, aquí se encuentran los participantes tanto estudiantes como docentes que hacen parte y fotos de las visitas que se han realizado a diferentes empresas e instituciones educativas.

La siguiente página contiene los videos publicados en Youtube que se han realizado a medida del tiempo para la planta, y finalmente la última página es para contacto con nosotros.

Se realiza una recolección de información con el fin de generar una base de datos de las empresas aliadas a la Universidad el cual se encuentra en el [Anexo 11](#) según proyectos realizados a partir de prácticas, pasantías y trabajos de grado con el objetivo de al momento de dar puesta en marcha a la planta industrial ellos tengan el primer acercamiento y conocimiento del portafolio de servicios, y así puedan complementar sus necesidades o requerimientos a través de lo que el CEPIIS ofrece a la industria.

Teniendo en cuenta toda la información anteriormente recolectada de cada capítulo, se presenta el desarrollo del portafolio de servicios detallado a continuación, en el [Anexo 1](#) se encuentra la versión en español y en el [Anexo 2](#) en inglés y para su impresión en PDF en el [Anexo 7](#) y el [Anexo 8](#) respectivamente.

De igual manera una breve descripción de Portafolio para las diversas industrias químicas según corresponde, estas se proporcionan para impresión en hojas con membrete de la Universidad de América en el [Anexo 9](#).

4.3.1 ¿Quiénes somos?

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

Ingeniería de procesos, innovación y sostenibilidad para los retos de la industria.

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la Fundación Universidad de América es una planta industrial que tiene como finalidad la extensión de trabajo práctico por parte de empresas o industrias externas a la universidad, también la investigación para profesores en campo químico y de igual forma la docencia para complementar la formación de estudiantes de la universidad. Ofrece a la industria consultoría, extensión e investigación de procesos escalables en unidades semi-industriales y los laboratorios disponibles para ensayo.

Buscamos resolver necesidades de tendencia en el mercado para la práctica de proyectos sostenibles y llegar a proporcionar soluciones innovadoras las cuales cumplan con satisfacción la necesidad de cada empresa para generar competitividad en el mercado. Se pueden generar prototipado o escalamiento en nuestras unidades semi-industriales para la industria de procesos químicos.

4.3.2 Propósito

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.

4.3.3 Promesa a todos nuestros clientes

Nuestra promesa de valor es ser un referente en la industria colombiana al impulsar la sostenibilidad mediante soluciones innovadoras respaldadas por tecnología de vanguardia. Abordamos problemas reales y promovemos prácticas responsables, colaborando estrechamente con la industria para construir un futuro más sostenible y eficiente.

4.3.4 Valores institucionales

4.3.2.a. Misión. Impartimos docencia, adelantamos investigaciones y hacemos labor de extensión universitaria y educativa de manera integral.

4.3.2.b. Visión. La Universidad de América será reconocida por la formación de líderes globales con excelencia académica, generadores de conocimiento, con responsabilidad social y comprometidos con el desarrollo sostenible.

4.3.2.c. Principios.

- Afianzamos de las raíces de la nacionalidad colombiana.
- Culto del saber y la naturaleza.
- Autonomía universitaria.
- Universidad de servicio comunitario.
- Dignidad humana y libertad responsable.
- Calidad y excelencia académica.

4.3.5 Centros

4.3.5.a Centro de Purificación y Refinación (CEPURE).

- Equipos
 - ✓ Unidad de destilación.
 - ✓ Unidad de absorción.
 - ✓ Extractor sólido – líquido, líquido – líquido.
 - ✓ Secador.
 - ✓ Filtro prensa.
 - ✓ Molino.
- Ventajas Competitivas
 - ✓ Soluciones avanzadas de purificación y refinación en la industria, con tecnología de punta y un enfoque en la sostenibilidad.
 - ✓ Sus unidades especializadas permiten aplicaciones diversas y su compromiso con la investigación y asesoría técnica.
- Sector de Aplicación
 - ✓ Industria Química - Purificación de productos químicos, refinación de materias primas.
 - ✓ Petróleo y gas - Secado de productos petrolíferos y extracción de compuestos específicos.
 - ✓ Farmacéutica - Purificación de ingredientes farmacéuticos activos, refinación de productos y separación de compuestos.
 - ✓ Alimentos - Purificación de ingredientes y productos alimentarios, refinación de aceites y extracción de componentes alimenticios.
 - ✓ Medio ambiente – Tratamiento de aguas, purificación de efluentes y separación de contaminantes.
 - ✓ Energías renovables - Purificación de biocombustibles.

4.3.5.b. Centro de Servicios Industriales (CESI).

- Equipos
 - ✓ Planta generadora de vapor y cogeneradora.
 - ✓ Torre de enfriamiento.
 - ✓ Planta de tratamiento de aguas industriales.
 - ✓ Gases especiales (Nitrógeno, dióxido de carbono y oxígeno).

- Ventajas Competitivas
 - ✓ Suministro Eficiente de Energía.
 - ✓ Control de Temperatura Preciso.
 - ✓ Tratamiento Sostenible de Aguas Residuales.
 - ✓ Suministro de Gases Especiales.
 - ✓ Soporte Técnico Especializado.
- Sector de Aplicación
 - ✓ Industria Química y Petroquímica.
 - ✓ Procesamiento Alimentario Procesos de Manufactura y Producción.

4.3.5.c. Centro de Transformación y Adecuación (CETA).

- Equipos
 - ✓ Banco de reactores (Batch, CSTR, PFR y PBR).
 - ✓ Tren de evaporadores.
- Ventajas Competitivas
 - ✓ Investigación y Desarrollo Avanzado: Investigación y desarrollo de procesos químicos avanzado en los que mejora la eficiencia y la sostenibilidad de la producción industrial.
 - ✓ Optimización de Procesos: El CETA ofrece la oportunidad de optimizar procesos industriales a través de la experimentación práctica en condiciones controladas.
 - ✓ Desarrollo de Soluciones Innovadoras: La posibilidad de adaptar procesos químicos y probar nuevas soluciones en el banco de reactores y el tren de evaporadores.
- Sector de Aplicación
 - ✓ Industria Química: Para el desarrollo y mejora de procesos químicos.
 - ✓ Alimentaria: Para la optimización de la producción de alimentos y bebidas.
 - ✓ Farmacéutica: Para la investigación y desarrollo de productos farmacéuticos.
 - ✓ Industria de Materiales: Para la mejora de procesos de fabricación y producción de materiales.

4.3.5.d. Centro de Optimización y Control (COCO).

- Equipos
 - ✓ Unidades de cómputo para uso de software especializado.
 - ✓ Workstation (Altas especificaciones en hardware).
 - ✓ UPS.
 - ✓ Tableros de control.
- Ventajas Competitivas
 - ✓ Tecnología de Vanguardia: Unidades de cómputo de alto rendimiento y software especializado que aprovechan la inteligencia artificial. Permite a las industrias optimizar sus procesos y operaciones de manera eficiente y precisa.
 - ✓ Optimización y Control Avanzados: Aplicación de software especializado y técnicas de inteligencia artificial permite la optimización y el control avanzados de procesos industriales.
 - ✓ Apoyo a la Toma de Decisiones: Herramientas para la toma de decisiones basadas en datos y análisis en tiempo real.
- Sector de Aplicación
 - ✓ Industria Manufacturera: Para la optimización de procesos de fabricación y producción.
 - ✓ Energía: Para el control de sistemas de generación y distribución de energía.
 - ✓ Automatización Industrial: Para el monitoreo y control de sistemas automatizados en diversas aplicaciones.
 - ✓ Procesamiento de Datos: Para el análisis y procesamiento de datos en tiempo real en una variedad de industrias.

4.3.5.e. Laboratorio de Procesos Biológicos y de Calidad (BIOCAL).

- Equipos
 - ✓ Equipos para Microbiología.
 - ✓ Unidades de caracterización.
 - ✓ Biorreactor – fermentador.
 - ✓ Reactor de alta presión.
 - ✓ Gases especiales (Alta presión – 80-100 bares).
- Ventajas Competitivas

- ✓ Infraestructura Especializada: Investigaciones y pruebas en el campo de la biotecnología y la calidad.
- ✓ Investigación en Microbiología: Investigaciones en microbiología, lo que es esencial en industrias como la farmacéutica, la alimentaria y la química.
- ✓ Control de Procesos Biológicos 4. Investigación de Alta Presión.
- Sector de Aplicación
 - ✓ Farmacéutica y Biotecnología: Para investigaciones en el desarrollo de medicamentos y productos biotecnológicos.
 - ✓ Industria Alimentaria: Para evaluar y mejorar la calidad de los alimentos y bebidas.
 - ✓ Petróleo y Gas: Para investigar procesos a alta presión y biotecnología aplicada a la industria energética.
 - ✓ Química: Para investigar y mejorar procesos químicos y control de calidad en la producción de productos químicos.

4.3.5.f. Cuarto de Bombas y Productos RESPEL (CUBO).

- Equipos
 - ✓ Planta de tratamiento de agua.
 - ✓ Arreglo de bomba para agua de proceso, lluvia y potable.
 - ✓ Tablero de control.
- Ventajas Competitivas
 - ✓ Planta de Tratamiento de Agua: La disponibilidad de una planta de tratamiento de agua proporciona a las empresas la capacidad de gestionar y tratar sus recursos hídricos de manera eficiente, cumpliendo con los estándares de calidad y sostenibilidad ambiental.
 - ✓ Versatilidad en Bombeo: El arreglo de bombas para agua de proceso, agua lluvia y agua potable garantiza una operación fluida y eficiente en las instalaciones industriales.
 - ✓ Control Centralizado: El tablero de control centralizado facilita la gestión y el monitoreo de los sistemas de bombeo y tratamiento de agua.
- Sector de Aplicación

- ✓ Industria Química: Donde se requiere un suministro confiable de agua y almacenamiento seguro de reactivos químicos.
- ✓ Manufactura: Para asegurar un suministro continuo de agua de proceso y tratar las aguas residuales de manera sostenible.
- ✓ Ingeniería Ambiental: Para la gestión de aguas residuales y el tratamiento de aguas contaminadas.

4.3.5.g Aula Especializada en Procesos (AEPRO). Este espacio versátil ofrece la oportunidad de realizar conferencias, presentaciones, eventos corporativos y cursos, el cual permite la recepción de información en tiempo real de los equipos y simulaciones ejecutadas en nuestra planta industrial.

Cuenta con un ambiente propicio para visualizar los procesos que están ocurriendo dentro de la planta. Proporciona un entorno adecuado y equipado con tecnología audiovisual para facilitar la comunicación y el intercambio de ideas entre los participantes.

4.3.6 Investigación

La planta industrial cuenta con unidades de proceso y laboratorios para realizar proyectos versátiles de investigación.

- Investigación formativa: Semilleros y grupos de investigación
- Investigación aplicada: Solución de problemáticas de laboratorio

4.3.7 Servicios

4.3.7.a. Consultoría. *“Disponemos de un banco de capital humano conformado por expertos para brindar asesoría en diversas áreas de la industria”.*

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) buscamos cubrir con necesidades y requerimientos de tendencia actuales de la industria, ofrecemos servicios de consultoría altamente especializados para ayudarte a abordar los desafíos más complejos y tomar decisiones estratégicas informadas.

Nuestro equipo de expertos en diversas disciplinas está listo para trabajar contigo y proporcionar soluciones a medida que se adapten a tus necesidades específicas.

Realizamos evaluaciones de tus procesos y operaciones actuales para identificar áreas de mejora y oportunidades de eficiencia, con el objetivo de ayudar a optimizar tus operaciones y reducir costos.

Desarrollaremos estrategias empresariales sólidas y planes de crecimiento a corto y largo plazo, proporcionando información estratégica para tomar decisiones y alcance de objetivos comerciales.

Asesoramos en la implementación de tecnologías avanzadas y sistemas de automatización para mejorar la eficiencia operativa y la productividad en la industria.

Podemos ayudarte a adoptar prácticas sostenibles y responsables, optimizar el uso de recursos, como energía, agua y materiales, para reducir costos y minimizar el impacto ambiental.

Colaboramos en proyectos de investigación y desarrollo para la creación de productos y servicios innovadores que te den una ventaja competitiva.

Utilizamos análisis científico de datos avanzados para proporcionar información valiosa sobre tus operaciones y ayudar en la tomar decisiones.

El objeto es comprender a tus necesidades y desafíos para ofrecer soluciones personalizadas siendo que con nosotros, tendrás un aliado estratégico para el crecimiento y la excelencia empresarial.

Ofrecemos servicios de consultoría para desarrollar productos u optimizar procesos por medio de un banco de capital humano con expertos en diversas áreas.

“Contamos con espacios para realizar capacitaciones y cursos con el fin de generar crecimiento personal y profesional en la industria”.

Pueden ser impartidos de forma presencial en la planta industrial. Contamos con un Aula Especializada de Procesos (AEPRO) la cual esta adecuada para ser una sala de aprendizaje o conferencias, desde allí se tiene visión hacia toda la planta, de igual forma se pueden llevar a cabo en el Centro de Optimización y Control (COCO) allí tenemos computadores de alto desempeño y rapidez, especializados con diferentes programas de software para la industria, inteligencia artificial y ciencia de datos.

4.3.7.b. Inteligencia artificial para la industria. *“Nuestros equipos cumplen funciones de ser suministros de información a partir de las unidades semi-industriales para la recolección y análisis de datos”.*

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) buscamos cubrir con necesidades y requerimientos de tendencia actuales de la industria, estamos a la vanguardia de los avances tecnológicos, brindando servicios de Inteligencia Artificial personalizados para mejorar la eficiencia, la productividad y la toma de decisiones en una empresa.

Nuestros equipos utilizan algoritmos y técnicas de IA para analizar grandes volúmenes de datos industriales, incluyendo la identificación de patrones, tendencias y anomalías que pueden mejorar la calidad de los productos, reducir el desperdicio y optimizar los procesos.

Los sistemas de inteligencia artificial son adaptables y escalables, lo que significa que pueden crecer con tu empresa y adaptarse a las cambiantes necesidades industriales. La inteligencia artificial es una herramienta fundamental para transformar la industria y mejorar la competitividad, nuestro plan es implementar soluciones inteligentes que impulsen el éxito de tu empresa en la era de la industria 4.0.

4.3.7.c. Diseño y prototipado de productos. *“Se cuenta con unidades de proceso versátiles que permiten la continuidad por medio de sostenibilidad desde el manejo de materias primas hasta el producto final”.*

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) buscamos cubrir con necesidades y requerimientos de tendencia actuales de la industria, ofrecemos servicios de desarrollo de procesos químicos y bioquímicos diseñados para llevar tus ideas desde el laboratorio hasta la producción a gran escala.

El proceso puede comenzar desde investigación para entender necesidades, luego pasamos al desarrollo ubicando la mejor ruta de producción y lograr la optimización de reacción. Se lleva después a escalamiento semi-industrial garantizando consistencia, minimizando riesgos y generando una eficiencia de producción a gran escala.

Ofrecemos servicio de caracterización seguido de los ensayos que realice en las unidades semi-industriales. Adaptamos nuestras unidades a las necesidades que su

proyecto presente y por medio de nuestros expertos podrá realizar consultorías que lo beneficien.

Nuestro compromiso es ayudar a alcanzar sus objetivos de desarrollo de procesos de manera eficiente y efectiva, así se esté trabajando en la creación de nuevos productos químicos, la mejora de procesos existentes o la escalada de producción, estamos listos para ser tus aliados en la implementación.

4.3.7.d Escalamiento de procesos semi-industriales. *“Podemos llevar tu investigación, desarrollo e innovación de procesos experimentales de pequeña escala a semi-industrial por medio de nuestras unidades de proceso”.*

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) buscamos cubrir con necesidades y requerimientos de tendencia actuales de la industria, ofrecemos servicios de escalamiento semi-industrial en procesos por medio de nuestras unidades de proceso disponibles.

Se realiza una evaluación inicial al proceso en la etapa de laboratorio, teniendo en cuenta el análisis de los datos, la identificación de las variables críticas y la evaluación de los posibles cuellos de botella.

Luego se diseña la estrategia de escalamiento para el proceso, la cual implica la selección de equipos y sistemas de producción semi-industriales adecuados y la identificación de los parámetros que deben monitorearse y controlarse.

Realizamos pruebas exhaustivas en la escala semi-industrial para garantizar que el proceso funcione según lo previsto, teniendo en cuenta ajustes en los parámetros de operación para mejorar la eficiencia, reducir los costos y garantizar la calidad del producto.

Ofrecemos servicio de caracterización seguido de los ensayos que realice en las unidades semi-industriales. Adaptamos nuestras unidades a las necesidades que su proyecto presente y por medio de nuestros expertos podrá realizar consultorías que lo beneficien.

4.3.7.e Ensayo y caracterización en laboratorio. *“Ofrecemos servicios de calidad para procesos biológicos no certificados destacando espacios especiales para el desarrollo de investigaciones según sea el área requerida”.*

En el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) buscamos cubrir con necesidades y requerimientos de tendencia actuales de la industria, tenemos como fin impulsar la investigación y la aplicación de microbiología y bioprocesos a través de la caracterización.

Contamos con un laboratorio de procesos biológicos (BIOCAL) el cual tiene equipos e instrumentos básicos comunes, de igual forma hay biofermentador, bioreactor y reactor de alta presión, cuenta con cuartos oscuros aislados acústicamente para procesos biológicos para estrés con microorganismos y en ellos se encuentra una microbalanza y una mesa antivibratoria para hacer ensayos respectivamente, se tiene filtro EPA y aire acondicionado para las condiciones necesarias de uso.

Proporcionamos a los investigadores las herramientas necesarias para poder identificar, analizar y utilizar microorganismos de manera efectiva.

De igual forma se puede realizar caracterización genómica para poder llegar a conocer la estructura y función en diversos entornos.

Se pueden realizar evaluaciones de actividades metabólicas microbianas para bioprocesos, fermentaciones, tratamientos de agua, entre otros.

Nos enfocamos en poder optimizar procesos de empresas que involucren microorganismos para que puedan mejorar eficiencia y calidad en los mismos.

Ofrecemos consultorías con expertos en diversas áreas para complementar necesidades y ayudar a la organización que lo necesite en la ejecución de ensayos de su proyecto.

Nuestro aspecto diferenciador es la sostenibilidad en procesos industriales para el cuidado del medio ambiente, estamos comprometidos con la reducción de emisiones y la implementación de prácticas amigables para contribuir a la mitigación del cambio climático y a entornos más limpios.

4.3.7.f. Simulación y optimización de procesos de procesos. *“Nuestros programas de software de simulación de procesos le brindan las herramientas necesarias para modelar, analizar y optimizar sus operaciones con el fin de capacitar a los empleados de sus empresas”.*

Se pueden llevar a cabo en el Centro de Optimización y Control (COCO) allí tenemos computadores de alto desempeño y rapidez, especializados con diferentes programas de software para la industria, inteligencia artificial y ciencia de datos.

Contamos con diversos software de la industria como Aspen Hysis, Aspen Plus, Matlab, entre otros.

Utilizamos análisis científico de datos avanzados para proporcionar información valiosa sobre tus operaciones y ayudar en la tomar decisiones.

El objeto es comprender a tus necesidades y desafíos para ofrecer soluciones personalizadas siendo que con nosotros, tendrás un aliado estratégico para el crecimiento y la excelencia empresarial.

4.3.8 Invencciones a Patentes

Debido a que nuestra planta se dedica a la innovación continua sostenible, se ha investigado una nueva oportunidad para el desarrollo de patentes las cuales nos harán diferenciadoras de las demás plantas, esto con el objeto se contribuir al avance tecnológico, abordar problemáticas y mejorar procesos.

4.3.9 Nuestros Aliados

- Los aliados que se tienen para Infraestructura son los proveedores de nuestras Unidades de Proceso como se ve en la Figura 33 y 34:

Figura 33.
Logo PS+E



Nota. Presenta el logo de PS+E S.A.S

Figura 34.
Logo Ingenium



Nota. Muestra el logo Ingenium Ltda

- El aliado con el que se cuenta en la parte de Metalmecánica se puede distinguir en la Figura 35:

Figura 35.
Logo INDUSTRIAS CAR SAS



Nota. Presenta el logo de la empresa INDUSTRIAS CAR S.A.S

- En los Gases Especiales con los que se cuenta en la planta como CO₂, N₂ y O₂ son nuestros aliados como se muestra en la Figura 36 :

Figura 36.
Logo AIREGASES SA



Nota. AIREGASES S.A.S

- Para la Red eléctrica el aliado se muestra en la Figura 37:

Figura 37.
Logo NORLAB SAS



NORLAB S.A.S.
Mobiliario Técnico
para laboratorio

Nota. Muestra el logo de la empresa NORLAB S.A.S.

- El aliado en computadores y televisores de Tecnología se presenta en la Figura 38:

Figura 38.
Logo SELLING



Nota. Presenta el logo de SELLING

4.4 Portafolio según Industria

Se realiza un portafolio según sea la industria para impresión con hoja membrete de la Universidad, con el fin de anexarla a la última hoja del brochure del Portafolio de Servicios.

4.4.1 Portafolio Industria Textil

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS de la Universidad de América ayuda a encontrar alternativas de reciclaje a residuos y ampliación en la investigación de estudios de fibras y colorantes naturales con el fin de llevarlos a escalamiento semi-industrial de forma sostenible.

Las oportunidades de investigación y colaboración se dan por medio de laboratorios y ensayos en los que se pueden hacer estudio de:

- Aprovechamiento de fibras y semillas.
- Conservación y restauración de textiles.
- Obtención de colorantes naturales, animales y vegetales.
- Degradación de telas a partir de humedad y tiempos de secado.
- Materiales de conservación del patrimonio para revisar el proceso de degradación, de vida útil y procesos de restauración de patrimonio de obras.
- Aprovechamiento de fibras inorgánicas en otras industrias para biomateriales.
- Reutilización de prendas para nuevas fibras y selección de las mismas fibras para cada proceso.
- Aprovechamiento de desechos de cultivos de flores para generar nuevos tintes y fibras.

Los empresarios textiles podrán llegar a hacer pruebas de sus telas, calidad, caracterización y asesorías para lograr biodegradabilidad y alternativas para residuos. Con el fin de adecuarnos a sus requerimientos, necesitamos visualizar la propuesta a partir de algún residuo textil disponible, investigación y conocimiento del proceso de producción.

Nuestra propuesta ofrece una solución integral para abordar los desafíos de la industria textil desde una perspectiva sostenible en la cual nos enfocamos en proporcionar una disposición final efectiva para residuos textiles biodegradables y ensayos en equipos

semi-industriales. A través de la colaboración con grupos de investigación, extensión, academias, la docencia y diferentes empresas, establecemos conexiones las cuales permiten generar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades actuales y futuras del mercado en la industria textil. Nuestra finalidad es ofrecer productos que sean aceptados por el público, generando confianza tanto en las empresas del sector como en los consumidores. Siendo que con nuestro enfoque en la gestión responsable de residuos y la adopción de prácticas sostenibles, buscamos impulsar el cambio hacia una industria textil más consciente y amigable con el medio ambiente.

En el Anexo 9 se encuentra el pdf con la hoja membretada de la Universidad para su impresión y anexo al brochure según se requiera.

4.4.2 Portafolio Industria de Alimentos y Bebidas

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS de la Universidad de América ayuda a encontrar alternativas de desarrollo e innovación para nuevos productos con el fin de llevarlos a escalamiento semi-industrial de forma sostenible a partir de las tendencias de la industria química.

Las oportunidades de investigación y colaboración se dan por medio de laboratorios y ensayos en los que se pueden hacer estudio de:

- Aprovechamiento de fibras orgánicas para envases de biomateriales.
- Aprovechamiento de recursos naturales.
- Concentración de alimentos sólidos o líquidos.
- Conservación de componentes esenciales.
- Obtención de bebidas alcohólicas, instantáneas y energéticas.
- Tratamiento de aceites y grasas.
- Tratamiento de aromas no deseados.

Los empresarios del sector alimentario podrán llegar a hacer pruebas de sus productos, calidad, caracterización y asesorías para lograr los requerimientos de sus proyectos. Con el fin de adecuarnos a sus necesidades, se solicita visualizar la propuesta de ejecución, investigación y conocimiento del proceso de producción a realizar.

Nuestra propuesta ofrece una solución integral para abordar los desafíos de la industria de alimentos y bebidas desde una perspectiva sostenible en la cual nos enfocamos en proporcionar una disposición final efectiva para realizar operaciones sostenibles y ensayos en equipos semi-industriales. A través de la colaboración con grupos de investigación, extensión, academias, la docencia y diferentes empresas, establecemos conexiones las cuales permiten generar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades actuales y futuras del mercado en la industria de alimentos y bebidas.

Nuestra finalidad es ofrecer productos que sean aceptados por el público, generando confianza tanto en las empresas del sector como en los consumidores. Siendo que con nuestro enfoque en la adopción de prácticas sostenibles, buscamos impulsar el cambio hacia una industria de alimentos y bebidas más consciente y amigable con el medio ambiente.

En el Anexo 9 se encuentra el pdf con la hoja membretada de la Universidad para su impresión y anexo al brochure según se requiera.

4.4.3 Portafolio Industria Petroquímica

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS de la Universidad de América ayuda a encontrar alternativas de prácticas responsables y sostenibles a partir de desarrollo e innovación para nuevos productos con el fin de llevarlos a escalamiento semi-industrial teniendo en cuenta las tendencias de la industria química.

Las oportunidades de investigación y colaboración se dan por medio de laboratorios y ensayos en los que se pueden hacer estudio de:

- Aprovechamiento de hidrocarburos.
- Aprovechamiento de recursos naturales.
- Concentración de soluciones y solventes químicos.
- Conservación de componentes esenciales.
- Obtención de aditivos biológicos.
- Tratamiento gases ácidos.
- Tratamiento térmico.

Los empresarios del sector petroquímico podrán llegar a hacer pruebas de sus productos, calidad, caracterización y asesorías para lograr los requerimientos de sus proyectos. Con el fin de adecuarnos a sus necesidades, se solicita visualizar la propuesta de ejecución, investigación y conocimiento del proceso de producción a realizar.

Nuestra propuesta ofrece una solución integral para abordar los desafíos de la industria petroquímica desde una perspectiva sostenible en la cual nos enfocamos en proporcionar una disposición final efectiva para realizar operaciones sostenibles y ensayos en equipos semi-industriales. A través de la colaboración con grupos de investigación, extensión, academias, la docencia y diferentes empresas, establecemos conexiones las cuales permiten generar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades actuales y futuras del mercado en la industria petroquímica. Nuestra finalidad es ofrecer productos que sean aceptados por el público, generando confianza tanto en las empresas del sector como en los consumidores. Siendo que con nuestro enfoque en la adopción de prácticas sostenibles, buscamos impulsar el cambio hacia una industria petroquímica más consciente y amigable con el medio ambiente.

En el Anexo 9 se encuentra el pdf con la hoja membretada de la Universidad para su impresión y anexo al brochure según se requiera.

4.4.4 Portafolio Industria Farmacéutica

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS de la Universidad de América ayuda a encontrar alternativas de prácticas responsables y sostenibles a partir de desarrollo e innovación para nuevos productos y con el fin de llevarlos a escalamiento semi-industrial teniendo en cuenta las tendencias de la industria química.

Las oportunidades de investigación y colaboración se dan por medio de laboratorios y ensayos en los que se pueden hacer estudio de:

- Aprovechamiento de compuestos en plantas medicinales.
- Aprovechamiento de síntesis.
- Concentración de extractos naturales.

- Conservación de componentes esenciales.
- Obtención de ingredientes farmacéuticos activos.
- Tratamiento de efluentes farmacéuticos.
- Tratamiento térmico en cristalización y esterilización.

Los empresarios del sector farmacéutico podrán llegar a hacer pruebas de sus productos, calidad, caracterización y asesorías para lograr los requerimientos de sus proyectos. Con el fin de adecuarnos a sus necesidades, se solicita visualizar la propuesta de ejecución, investigación y conocimiento del proceso de producción a realizar.

Nuestra propuesta ofrece una solución integral para abordar los desafíos de la industria farmacéutica desde una perspectiva sostenible en la cual nos enfocamos en proporcionar una disposición final efectiva para realizar operaciones sostenibles y ensayos en equipos semi-industriales. A través de la colaboración con grupos de investigación, extensión, academias, la docencia y diferentes empresas, establecemos conexiones las cuales permiten generar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades actuales y futuras del mercado en la industria farmacéutica. Nuestra finalidad es ofrecer productos que sean aceptados por el público, generando confianza tanto en las empresas del sector como en los consumidores. Siendo que con nuestro enfoque en la adopción de prácticas sostenibles, buscamos impulsar el cambio hacia una industria farmacéutica más consciente y amigable con el medio ambiente.

En el Anexo 9 se encuentra el pdf con la hoja membretada de la Universidad para su impresión y anexo al brochure según se requiera.

4.4.5 Portafolio Industria de Pinturas

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS de la Universidad de América ayuda a encontrar alternativas de prácticas responsables y sostenibles a partir de desarrollo e innovación para nuevos productos y con el fin de llevarlos a escalamiento semi-industrial teniendo en cuenta las tendencias de la industria química.

Las oportunidades de investigación y colaboración se dan por medio de laboratorios y ensayos en los que se pueden hacer estudio de:

- Aprovechamiento de resinas y disolventes.
- Aprovechamiento de aditivos.
- Concentración de pigmentos y colorantes.
- Conservación de componentes esenciales.
- Obtención de recubrimientos especiales.
- Tratamiento de aromas.
- Tratamiento térmico de revestimientos.

Los empresarios del sector de pinturas podrán llegar a hacer pruebas de sus productos, calidad, caracterización y asesorías para lograr los requerimientos de sus proyectos. Con el fin de adecuarnos a sus necesidades, se solicita visualizar la propuesta de ejecución, investigación y conocimiento del proceso de producción a realizar.

Nuestra propuesta ofrece una solución integral para abordar los desafíos de la industria de pinturas desde una perspectiva sostenible en la cual nos enfocamos en proporcionar una disposición final efectiva para realizar operaciones sostenibles y ensayos en equipos semi-industriales. A través de la colaboración con grupos de investigación, extensión, academias, la docencia y diferentes empresas, establecemos conexiones las cuales permiten generar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades actuales y futuras del mercado en la industria de pinturas. Nuestra finalidad es ofrecer productos que sean aceptados por el público, generando confianza tanto en las empresas del sector como en los consumidores. Siendo que con nuestro enfoque en la adopción de prácticas sostenibles, buscamos impulsar el cambio hacia una industria de pinturas más consciente y amigable con el medio ambiente.

En el Anexo 9 se encuentra el pdf con la hoja membretada de la Universidad para su impresión y anexo al brochure según se requiera.

4.4.6 Portafolio Industria de Fragancias

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS de la Universidad de América ayuda a encontrar alternativas de prácticas responsables y sostenibles a partir de desarrollo e innovación para nuevos productos y con el fin de

llevarlos a escalamiento semi-industrial teniendo en cuenta las tendencias de la industria química.

Las oportunidades de investigación y colaboración se dan por medio de laboratorios y ensayos en los que se pueden hacer estudio de:

- Aprovechamiento de empaques biodegradables.
- Aprovechamiento de fragancias sostenibles.
- Concentración de esencias.
- Conservación de componentes aromáticos.
- Obtención de fragancias florales.
- Tratamiento de aromas.
- Tratamiento térmico de estabilización.

Los empresarios del sector de fragancias podrán llegar a hacer pruebas de sus productos, calidad, caracterización y asesorías para lograr los requerimientos de sus proyectos. Con el fin de adecuarnos a sus necesidades, se solicita visualizar la propuesta de ejecución, investigación y conocimiento del proceso de producción a realizar.

Nuestra propuesta ofrece una solución integral para abordar los desafíos de la industria de fragancias desde una perspectiva sostenible en la cual nos enfocamos en proporcionar una disposición final efectiva para realizar operaciones sostenibles y ensayos en equipos semi-industriales. A través de la colaboración con grupos de investigación, extensión, academias, la docencia y diferentes empresas, establecemos conexiones las cuales permiten generar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades actuales y futuras del mercado en la industria de fragancias. Nuestra finalidad es ofrecer productos que sean aceptados por el público, generando confianza tanto en las empresas del sector como en los consumidores. Siendo que con nuestro enfoque en la adopción de prácticas sostenibles, buscamos impulsar el cambio hacia una industria de fragancias más consciente y amigable con el medio ambiente.

En el Anexo 9 se encuentra el pdf con la hoja membretada de la Universidad para su impresión y anexo al brochure según se requiera.

4.4.7 Portafolio Industria Cosmética

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS de la Universidad de América ayuda a encontrar alternativas de prácticas responsables y sostenibles a partir de desarrollo e innovación para nuevos productos y con el fin de llevarlos a escalamiento semi-industrial teniendo en cuenta las tendencias de la industria química.

Las oportunidades de investigación y colaboración se dan por medio de laboratorios y ensayos en los que se pueden hacer estudio de:

- Aprovechamiento de recursos naturales.
- Aprovechamiento de ingredientes para cremas y maquillaje.
- Concentración de pigmentos y aceites naturales.
- Conservación de extractos para la piel.
- Obtención de emulsiones.
- Tratamiento de grasa e impurezas.
- Tratamiento térmico para mascarillas.

Los empresarios del sector cosmético podrán llegar a hacer pruebas de sus productos, calidad, caracterización y asesorías para lograr los requerimientos de sus proyectos. Con el fin de adecuarnos a sus necesidades, se solicita visualizar la propuesta de ejecución, investigación y conocimiento del proceso de producción a realizar.

Nuestra propuesta ofrece una solución integral para abordar los desafíos de la industria cosmética desde una perspectiva sostenible en la cual nos enfocamos en proporcionar una disposición final efectiva para realizar operaciones sostenibles y ensayos en equipos semi-industriales. A través de la colaboración con grupos de investigación, extensión, academias, la docencia y diferentes empresas, establecemos conexiones las cuales permiten generar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades actuales y futuras del mercado en la industria cosmética. Nuestra finalidad es ofrecer productos que sean aceptados por el público, generando confianza tanto en las empresas del sector como en los consumidores. Siendo que con nuestro enfoque en la adopción de prácticas sostenibles, buscamos impulsar el cambio hacia una industria cosmética más consciente y amigable con el medio ambiente.

En el Anexo 9 se encuentra el pdf con la hoja membretada de la Universidad para su impresión y anexo al brochure según se requiera.

4.4.8 Portafolio Industria Metalúrgica

El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS de la Universidad de América ayuda a encontrar alternativas de prácticas responsables y sostenibles a partir de desarrollo e innovación para nuevos productos y con el fin de llevarlos a escalamiento semi-industrial teniendo en cuenta las tendencias de la industria química.

Las oportunidades de investigación y colaboración se dan por medio de laboratorios y ensayos en los que se pueden hacer estudio de:

- Aprovechamiento de moldes biodegradables.
- Aprovechamiento de bioremedación de suelos.
- Concentración de cultivos de microorganismos.
- Conservación de aleaciones.
- Obtención de aceites y lubricantes.
- Tratamiento de minerales y escorias.
- Tratamiento térmico para metales preciosos.

Los empresarios del sector metalúrgico podrán llegar a hacer pruebas de sus productos, calidad, caracterización y asesorías para lograr los requerimientos de sus proyectos. Con el fin de adecuarnos a sus necesidades, se solicita visualizar la propuesta de ejecución, investigación y conocimiento del proceso de producción a realizar.

Nuestra propuesta ofrece una solución integral para abordar los desafíos de la industria metalúrgica desde una perspectiva sostenible en la cual nos enfocamos en proporcionar una disposición final efectiva para realizar operaciones sostenibles y ensayos en equipos semi-industriales. A través de la colaboración con grupos de investigación, extensión, academias, la docencia y diferentes empresas, establecemos conexiones las cuales permiten generar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades actuales y futuras del mercado en la industria metalúrgica. Nuestra finalidad es ofrecer productos que sean aceptados por el público, generando confianza tanto en las empresas del sector como en los consumidores. Siendo que con nuestro enfoque en la adopción de

prácticas sostenibles, buscamos impulsar el cambio hacia una industria metalúrgica más consciente y amigable con el medio ambiente.

En el Anexo 9 se encuentra el pdf con la hoja membretada de la Universidad para su impresión y anexo al brochure según se requiera.

5. CONCLUSIONES

Se desarrolló el Portafolio de Servicios para consultoría, extensión e investigación a partir de las unidades de procesos industriales y laboratorios disponibles en el CEPIIS en versión español e inglés para reconocimiento tanto nacional como internacional mediante información recolectada a través de indagación en planta, en equipos, según tendencias industriales, seguridad, visitas a laboratorios y valor agregado.

Se realizó el levantamiento de información estructural y operacional de las nueve Unidades de Proceso semi-industriaales escalables disponibles en el CEPIIS a partir de datos recolectados en las instalaciones de la planta, proveedores y diferentes literaturas.

Se establece la potencial operación y versatilidad de las Unidades de Proceso según tendencias mundiales en la industria química, encontrando los servicios que son más viables para el CEPIIS con el fin de proporcionar gran cubrimiento de diferentes áreas teniendo en cuenta la variedad de uso en cada equipo, y mediante propuestas de recomendaciones de uso y seguridad en la planta para el Portafolio según proyectos realizados anteriormente.

Se integró un Portafolio de Servicios por medio de la identificación de proyección de uso a través de la potencial operación de los equipos en diferentes industrias, la ruta que se debe contemplar para la relación cliente-servicio y el CEPIIS en cuanto a logística operacional e igualmente a partir visitas realizadas a diferentes laboratorios se encuentra nuestro aspecto diferenciador que consiste en las unidades de proceso versátiles aplicables la industria con el fin de generar diseño de producto y Prototipado como valor agregado. Este se implementará para la puesta en marcha de la planta semi-industrial y para los diferentes tipos de clientes que lleguen a solicitar los servicios que se ofrecen.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2023). “*Planta Piloto*”. [En línea] Disponible: <https://minciencias.gov.co/glosario/planta-piloto>
- [2] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Azcárate Rodríguez, Luisa Fernanda. (2023). “*Desarrollo de las tablas de estado de equipos y gráficas de función secuencial en una interfaz gráfica de usuario (GUI) para las unidades seleccionadas en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la Universidad de América*”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/10ejnV4DgCmiQGdKhn4BcfZCgOHdWFhjg>
- [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] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). López Agudelo, Sebastián. Morales Gómez, José Luis. (2019). “*Desarrollo de un sistema de supervisión de variables de funcionamiento para la planta térmica de generación de vapor y energía de la Fundación Universidad de América*”. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/7319>
- [5] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Niño Moncaleano, Mariana Valentina Trinidad. (2023). “*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)*”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/10ejnV4DgCmiQGdKhn4BcfZCgOHdWFhjg>

- [6] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Aponte Vargas, Lizzeth Fernanda. (2022). “*Diseño del centro de procesos biológicos del CEPIIS en la Universidad de América*”. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9037>
- [7] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Sanabria Alba, Natalia. Ramírez, Nicolás. (2022). “*Diseño del plan de validación de los equipos piloto en la zona centro de transformación y adecuación (CETA) del Centro de Procesos e Innovación para la Industria sostenible (CEPIIS) de la Fundación Universidad de América*”. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9148>
- [8] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Ortiz Mejía, Cristian David. (2022). “*Diseño del protocolo para el sistema de gestión integral de residuos peligrosos (RESPEL) en el del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Fundación Universidad de América*”. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9088>
- [9] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Sanchez Patiño, Jonathan Gabriel. Ariza Otalora, Hembra Nicole. (2022). “*Diseño del sistema hidráulico para las redes de tuberías para el agua de proceso, tratada, lluvia y de emergencia del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Fundación Universidad de América*”. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8978>
- [10] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Durán Moncada, Danna Alejandra. Monsalve Sanabria, Christian Andrés. (2021). “*Diseño esquemático de las redes de vapor, agua de proceso y agua residual de la planta piloto*”. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8640>
- [11] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Castro Orozco, Natalia Isabel. Gutiérrez Mora, Paula Alejandra. (2022). “*Diseño y estandarización de la planta piloto de tratamiento de agua tipo compacta, en la Universidad de América*”. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9051>

- [12] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Ascencio Blanco, Kimberlly Tatiana. (2023). *“Formulación de un plan de gestión de riesgo y desastre PDGRD para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) mediante análisis de consecuencia”*. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/10ejnV4DgCmiQGdKhN4BcfZCgOHdWFhig>
- [13] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Caballero Rojas, Daniel Santiago. Mancilla Cárdenas, Brayan Estiben. (2023). *“Memoria técnica para la zona CEPURE del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS)”*. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/10ejnV4DgCmiQGdKhN4BcfZCgOHdWFhig>
- [14] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Ayala Padilla, Luis Eduardo. (2019). *“Planteamiento metodológico para el diagnóstico de las condiciones de operación de planta de evaporación bajo condiciones de diseño establecidas por el fabricante”*. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/7371>
- [15] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). González Chaves, Francisco Javier. Mora Quiroz, Elizabeth. (2019). *“Planteamiento metodológico para el diagnóstico del banco de reactores de la planta piloto de la Fundación Universidad de América bajo las condiciones de diseño y operación establecidas por el fabricante”*. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/7381>
- [16] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). García Estupiñan, Julián Camilo. (2022). *“Propuesta de desarrollo de un manual de operación para el Centro de Servicios Industriales del Centro de Procesos e Innovación para la industria sostenible de la Universidad de América”*. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9151>
- [17] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Muñoz Caicedo, Daniela. Trujillo Hidalgo, María José. (2022).

“Propuesta de lineamientos y protocolos para la validación de los equipos industriales y unidades de procesos ubicados en el Centro de Servicios Industriales (CESI) del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Universidad de América”. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9153>

- [18] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Espitia Velandia, Mariana. Vargas Jiménez, Mateo Steven. (2022). *“Propuesta de un plan de gestión de riesgo en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la universidad de América utilizando las herramientas de análisis de riesgo What If, Hazop y la metodología Bow-Tie”*. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9033>
- [19] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Higuera Imbres, Luisa Fernanda. (2023). *“Propuesta de un plan de gestión de riesgos de prevención y mitigación de los riesgos de las zonas del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS)”*. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/10ejnV4DgCmiQGdKhN4BcfZCgOHdWFhig>
- [20] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). González Duarte, Laura Melissa. Sánchez Muñoz, Chelsea Valentina. (2022). *“Propuesta para el desarrollo de los manuales de operación para el Centro de Transformación y Adecuación (CETA) del Centro de Procesos e innovación para la industria sostenible (CEPIIS)”*. [En línea] Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9161>
- [21] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Saenz Vizcaya, Judhy Pauline. Lagos Acosta, Catalina Sofia. (2023). *“Formatos puesta en marcha unidades del Centro de Purificación y Refinación (CEPURE)”*. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/formato-plan-de-puesta-en-marcha-de-las-unidades-de-cepure.pdf>

- [22] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Sanchez Patiño, Jonathan Gabriel. Ariza Otalora, Hembra Nicole. (2022). “*Guía análisis what-if de la red hidráulica*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/guia-analisis-what-if-de-la-red-hidraulica-cepiis.pdf>
- [23] Universidad de América. Sanchez Patiño, Jonathan Gabriel. Ariza Otalora, Hembra Nicole. (2022). “*Guía de diseño del sistema de redes hidráulicas*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/guia-de-diseno-del-sistema-de-redes-hidraulicas-cepiis-2.pdf>
- [24] Universidad de América. Ayala Padilla, Luis Eduardo. (2019). “*Guía de evaporación de efecto simple*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/guia-experimental-evaporacion-efecto-simple.pdf>
- [25] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). López Agudelo, Sebastián. Morales Gómez, José Luis. (2019). “*Guía funcionamiento y supervisión planta térmica y cogeneradora*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/guia-sistema-de-funcionamiento-y-supervision-para-la-planta-termica.pdf>
- [26] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Ortiz Mejía, Cristian David. (2022). “*Guía manejo de etiquetas RESPEL*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/guia-manejo-etiquetas-respel-fua.pdf>
- [27] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Sanchez Patiño, Jonathan Gabriel. Ariza Otalora, Hembra Nicole. (2022). “*Guía mantenimiento equipos de la red hidráulica*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/guia-mantenimiento-para-los-equipos-red-hidraulica.pdf>
- [28] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Ayala Padilla, Luis Eduardo. (2019). “*Guía planta piloto tren de*

evaporación”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/guia-tren-de-evaporacion.pdf>

- [29] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Aponte Vargas, Lizzeth Fernanda. (2022). “*Guía técnicas básicas BIOCAL*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/guia-basica-para-las-tecnicas-de-biocal.pdf>
- [30] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). García Estupiñan, Julián Camilo. (2022). “*Manual centro de servicios industriales*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/manual-centro-de-servicios-industriales.pdf>
- [31] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). González Duarte, Laura Melissa. Sánchez Muñoz, Chelsea Valentina. (2022). “*Manual operación Centro de Transformación y Adecuación (CETA)*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/manual-de-operacion-ceta.pdf>
- [32] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Espitia Velandia, Mariana. Vargas Jiménez, Mateo Steven. (2022). “*Plan de gestión de riesgos*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/plan-de-gestion-de-riesgo.pdf>
- [33] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Saenz Vizcaya, Judhy Pauline. Lagos Acosta, Catalina Sofia. (2023). “*Plan de validación de unidad de destilación continua*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/plan-de-validacion-de-la-unidad-de-destilacion-continua.pdf>
- [34] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). González Chaves, Francisco Javier. Mora Quiroz, Elizabeth. (2019). “*Protocolo de operación banco de reactores*”. [En línea] Disponible:

<https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/protocolo-de-operacion-banco-de-reactores.pdf>

- [35] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Ortiz Mejía, Cristian David. (2022). "*Protocolo para el sistema de gestión integral de residuos peligrosos (RESPEL)*". [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/protocolo-para-el-sistema-de-gestion-integral-de-residuos-peligrosos-respel.pdf>
- [36] Universidad de América. Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). Espitia Velandia, Mariana. Vargas Jiménez, Mateo Steven. (2022). "*Protocolo para la puesta en marcha y operación del Centro de Transformación y Adecuación (CETA)*". [En línea] Disponible: <https://cepiis.files.wordpress.com/2024/01/protocolos-para-la-puesta-en-marcha-y-operacion-del-ceta.pdf>
- [37] Universidad Pontificia Bolivariana and S. A. Díaz Cruz. (Julio 16, 2013). "*Realización del portafolio de servicios para el Instituto Colombiano del Petróleo - ICP*".
- [38] Universidad del Norte. (2023). "*Guía para elaboración de un Portafolio de servicios*". [En línea] Disponible: <https://acortar.link/Vx1Hi3>
- [39] Martínez Oropesa, C. (Diciembre 16, 2014). "*Gestión de cambios en plantas industriales de procesos y la prevención de accidentes laborales*". [En línea] Disponible: [Gestión de cambios en plantas industriales de procesos y la prevención de accidentes laborales \(scielo.org\)](https://scielo.org)
- [40] H. Schein, E. (1990). "*Consultoría de procesos su papel en el desarrollo organizacional*." [En línea] Disponible: <https://acortar.link/aVQTEp>
- [41] Universidad de América. Coordinador de Investigación. (2022). "*Política: Investigación, creación, desarrollo, tecnológico e innovación*". Gestión de Investigaciones.

- [42] Fundación Reinventa. (2021). “¿Qué son las tendencias del mercado y cómo se analizan?”. [En línea] Disponible: <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-las-tendencias-de-mercado-y-c%C3%B3mo-se-analizan->
- [43] suministros técnicos sumitec S.A. (2022). “AISI 304 acero inoxidable”. [En línea] Disponible: https://www.academia.edu/8065873/AISI_304_ACERO_INOXIDABLE
- [44] Quiminet. (2011). “El vitón, uno de los elastómeros con mayor resistencia en diferentes aplicaciones”. [En línea] Disponible: <https://acortar.link/1Gxoxx>
- [45] Plásticos de Ingeniería plastigen. (2020). “Teflon Ptfе”. Disponible: <https://plastigen.cl/wp-content/uploads/2020/11/Ficha-Tecnica-Teflon.pdf>
- [46] Imprenta bahia. (2020). “Propiedades y aplicaciones del pvc”. [En línea] Disponible: <https://www.bahiagrafica.com/propiedades-y-aplicaciones-del-pvc/>
- [47] Pqi Alta Calidad en Plásticos de Ingeniería. (2020). “PVC: (Cloruro de Polivinilo)”. [En línea] Disponible: <https://www.pqideoccidente.com/wp-content/uploads/2020/10/FICHA-TECNICA-PVC.pdf>
- [48] Long Proveedor líder en China de soluciones de sellado. (2019). “¿Para qué se utiliza el caucho EPDM?”. [En línea] Disponible: <http://www.xlongoring.com/info/what-is-epdm-rubber-used-for-38352301.html>
- [49] Real Academia de Ingeniería. Gobierno de España, Ministerio de Ciencia e Innovación. (2023). “Unidad de Proceso”. [En línea] Disponible: <https://diccionario.raing.es/es/lema/unidad-de-proceso>
- [50] IQS Tech Transfer. Dr Sempere Cebrián, Julia. (2021). “Unidad de Procesos Químicos en Continuo”. [En línea] Disponible: <https://techtransfer.iqs.edu/instalaciones/unidad-procesos-quimicos-continuo/>
- [51] IBM. (2022). “¿Qué es el mantenimiento preventivo?”. [En línea] Disponible: <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-preventive-maintenance>

- [52] Lifeder. Mejia Jervis, Tatiana. (2020). “*Mantenimiento correctivo: características, tipos, ejemplos*”. [En línea] Disponible: <https://www.lifeder.com/mantenimiento-correctivo-caracteristicas-tipos-ejemplos/>
- [53] Ministerio de Salud y protección Social. (2013). “*Resolución 2674:2013*”. [En línea] Disponible: <https://www.funcionpublica.gov.co/documents/418537/604808/1962.pdf/abe38fb4-e74d-4dcc-b812-52776a9787f6>
- [54] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). “*Guía de limpieza y desinfección*”. [En línea] Disponible: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/GUIA_DE_LIMPIEZA_Y_DESINFECCION.pdf
- [55] Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). (2023). “*Información CEPIIS para Proveedores*”. [En línea] Disponible: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mQNTyla-8MiYosJM8o96yGCSNMxEgAxENelYxlumxg/edit?usp=sharing>
- [56] Haladjian Industrial Solutions st. (2022). “*Depósito de almacenamiento y transporte*”. [En línea] Disponible: <https://www.haleco.es/producto/048-326-64-deposito-de-almacenamiento-y-transporte-en-acero-inoxidable-995-l-112-cm-x-112-cm-x-145-cm/>
- [57] Rodriguez, Jesús Álvarez. (2015). “*¿Qué es la destilación?*”. [En línea] Disponible: <http://contenidosdigitales.uned.es/fez/view/intecca:VideoCMAV-5a6f47cfb111f510e8b49bb>
- [58] M&M instrumentos técnicos s.a.s. (2023). “*Destilación: proceso de separación de sustancias*”. [En línea] Disponible: <https://www.myinstrumentostecnicos.com/equipos-de-laboratorio/destilacion-proceso-de-separacion-de-sustancias/>
- [59] Universidad Nacional de Colombia. Blanco Oliveros, Johan Dario. (2011). “*Automatización y control regulatorio de una columna de destilación extractiva a nivel planta piloto para la producción de etanol anhidro*”. [En línea] Disponible: <https://acortar.link/FUKmEe>

- [60] Unefm. Goitía, Koralys. (2010). "Tema no. 4 equilibrio de fases". [En línea] Disponible: <https://acortar.link/UAaC0g>
- [61] Salcedo, Luisa. (2011). "Qué es una Torre de Destilación". [En línea] Disponible: <https://es.scribd.com/doc/55781331/Que-es-una-torre-de-destilacion>
- [62] Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de operación planta de destilación continua. Ref PDC3-m. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>
- [63] Universidad de Jaén. (2022). "Absorción". [En línea] Disponible: <https://www4.ujaen.es/~ecastro/proyecto/operaciones/materia/absorcion.htmlç>
- [64] Universidad Politécnica de Madrid. (2022). "Descripción Absorción". [En línea] Disponible: https://www.diquima.upm.es/old_diquima/Investigacion/proyectos/chevic/catalogo/COLUMNAS/Descr2.htm
- [65] Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). "Manual de Operación planta de absorción de gases. Ref PAG-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión". [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>
- [66] Universidad Nacional de Colombia. (2019). "Manual del Usuario columna absorción". [En línea] Disponible: <https://acortar.link/HXjj11>
- [67] Universidad de Jaén. (2022). "Extracción". [En línea] Disponible: <https://www4.ujaen.es/~ecastro/proyecto/operaciones/materia/extraccion.html>
- [68] Junco, José. Monitoreo Ambiental. (2015). "Lixiviación". [En línea] Disponible: <https://www.monitoreoambiental.com/lixiviacion/>
- [69] Speichim Processing. Valls Química. (2022). "Extracción Líquido/Líquido". [En línea] Disponible: <https://speichim.com/es/tecnicas/extraccion-liquido-liquido/>

- [70] Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “*Manual de operación planta de extracción sólido-líquido y líquido-líquido. Ref PESL. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión.*” [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>
- [71] 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_Contentido.pdf
- [72] Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “*Manual de operación secador de bandejas. Ref SB500. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión.*” [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>
- [73] Universidad Carlos III de Madrid (uc3m). Lallana Santos. (2019). “*Análisis termodinámico de una planta termoeléctrica de receptor central.*” [En línea] Disponible: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/29621/TFG_Martin-Silvestre_Lallana_Santos.pdf?sequence=1
- [74] 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>
- [75] 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/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>
- [76] 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_Contentido.pdf

- [77] Bionet Engineering. (2023). “*Catálogo biorreactors / fermentors F1 R&D – 1/10*”. [En línea] Disponible: https://www.elementec.ie/uploads/products/quote/brochures/1536324791_0_F1_and_TWIN_Biorreactor.pdf
- [78] Equipos y Laboratorio de Colombia. (2022). “*Reactores químicos*”. [En línea] Disponible: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/reactores-quimicos>
- [79] Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “*Manual de operación banco de reactores. Ref br. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión*”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>
- [80] 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
- [81] Process Solutions and Equipment PSE S.A.S. (2023). “*Manual de operación tren de evaporación triple efecto. Ref TE-M. Equipos robustos útiles de docencia, investigación y extensión*”. [En línea] Disponible: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1kVin6s8D6Zd9NRmwTMRUfmSRqQj4Sueo>
- [82] PCC Group. (2023). “*Química del futuro: la influencia de las tendencias y amenazas contemporáneas en el desarrollo de la industria química*”. [En línea] Disponible: <https://www.products.pcc.eu/es/blog/quimica-del-futuro-la-influencia-de-las-tendencias-y-amenazas-contemporaneas-en-el-desarrollo-de-la-industria-quimica/>
- [83] Universidad de América. Suesca Díaz, Adriana. (2023). “*Estudio tendencias de la disciplina*”. [En línea] Disponible: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/8.%20Ficha%20t%C3%A9cnica%20estudio%20tendencias%20de%20la%20disciplina%202023.pdf>

- [84] NOAH CHEMICALS. (2023). “*Tendencias que afectarán a la industria química en 2023*”. [En línea] Disponible: <https://espanol.noahchemicals.com/blog/tendencias-que-afectaran-a-la-industria-quimica-en-2023/>
- [85] Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (2023). “*Innovación*”. [En línea] Disponible: <https://minciencias.gov.co/glosario/innovacion>
- [86] BBVA. (2023). “*¿Cuál es la diferencia entre sustentabilidad y sostenibilidad?*”. [En línea] Disponible: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/cual-es-la-diferencia-entre-sustentabilidad-y-sostenibilidad/>
- [87] ENEL Green Power. (2023). “*La transición energética*”. [En línea] Disponible: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/transicion-energetica>
- [88] International Renewable Energy Agency IRENA. (2018). “*Transformación energética mundial*”. [En línea] Disponible: <https://acortar.link/5Yoh9U>
- [89] REPSOL. (2024). “*Principales beneficios de la transición energética*”. [En línea] Disponible: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/que-es-la-transicion-energetica/index.cshtml>
- [90] Gobierno Peruano. (2021). “*Qué son las tecnologías digitales*”. [En línea] Disponible: <https://www.gob.pe/29101-que-son-las-tecnologias-digitales>
- [91] ThinkBig. López, José María. (2023). “*Nuevos materiales futuro*”. [En línea] Disponible: <https://blogthinkbig.com/nuevos-materiales-futuro>
- [92] Sandvik Coromant. (2022). “*¿La era de los nuevos materiales?*”. [En línea] Disponible: <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/the-age-of-new-materials-is-the-future-now>
- [93] BBVA. (2023). “*¿Qué es la sostenibilidad? Un camino urgente y sin marcha atrás*”. [En línea] Disponible: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-sostenibilidad-un-camino-urgente-y-sin-marcha-atras/>
- [94] Organización de las Naciones Unidas. (2015). “*Objetivos de Desarrollo Sostenible*”. [En línea] Disponible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

- [95] Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Enero 1, 2016). "*Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos*". Objetivos De Desarrollo Sostenible. [En línea] Disponible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- [96] Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Enero 1, 2016). "*Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos*". Objetivos De Desarrollo Sostenible. [En línea] Disponible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>
- [97] Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Enero 1, 2016). "*Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación*." Objetivos De Desarrollo Sostenible. [En línea] Disponible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>
- [98] Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Enero 1, 2016). "*Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles*." Objetivos De Desarrollo Sostenible. [En línea] Disponible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- [99] Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Enero 1, 2016). "*Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*." Objetivos De Desarrollo Sostenible. [En línea] Disponible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- [100] Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Enero 1, 2016). "*Objetivo 17: Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible*." Objetivos De Desarrollo Sostenible. [En línea] Disponible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/globalpartnerships/>
- [101] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). "*Bioeconomía*". [En línea] Disponible: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Bioeconomi%CC%81a.pdf>
- [102] Betancur, Claudia Marcela. Moñux Chercoles, Diego. Canavire, Gustavo. Fernando Villanueva, Diego. García, José. Renza, Libia María. Méndez, Katia.

- Zúñiga, Ana Cristina. Pérez, Elkin. (2018). “*Estudio sobre la bioeconomía como nota de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia n.º 1240667, fase I*”. [En línea] Disponible: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Bioeconomi%CC%81a.pdf>
- [103] Deloitte. Econosignal. (2023). “*Tendencias de industrias Colombia*”. [En línea] Disponible: <https://www2.deloitte.com/co/es/pages/finance/articles/econosignal-tendencias-de-industrias-colombia.html>
- [104] Colombia Productiva, Productividad – Calidad – Valor Agregado. (2019). “*Colombia Productiva - Planes de negocio. Estudio de prospectiva y benchmarking*”. [En línea] Disponible: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/sectoriales/publicaciones-quimica-basica/plan-de-negocio-industria-quimica-basica-2019-2032/estudio-de-prospectiva-y-benchmarking>
- [105] Metalmecánica. (2022). “*Servoprensas: versátiles y precisas*”. [En línea] Disponible: <https://www.metalmecanica.com/es/noticias/servoprensas-versatiles-y-precisas>
- [106] Chemical Technology Lab. (2022). “*Aplicaciones columnas destilación*”. [En línea] Disponible: https://www.diquima.upm.es/old_diquima/Investigacion/proyectos/chevic/catalogo/COLUMNAS/Aplic1.htm
- [107] La Industrial. (2023). “*Aplicaciones Industriales de la Destilación*”. [En línea] Disponible: <https://www.laindustrialeventos.com/aplicaciones-industriales-de-la-destilacion/#:~:text=En%20la%20industria%20farmac%C3%A9utica%2C%20la,%20condensan%20en%20recipientes%20separados>
- [108] Universidad Nacional de San Agustín. Minaya Pinto, Milagros Marleni. (2021). “*Destilación: conceptos, equipos y aplicaciones*”. [En línea] Disponible: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3267831>
- [109] Clayton Innovative Steam Solutions. (2023). “*Industria textil*”. [En línea] Disponible: <https://claytonsteam.com/es-ES/industry/textile-industry>

- [110] Esenzia. (2023). “Destilación de perfumes: en qué consiste este proceso esencia”. [En línea] Disponible: <https://www.esenzia.com/blog/blog-perfumes-originales-curiosidades-frascos/destilacion-de-perfumes-en-que-consiste>
- [111] Ferrovial. (2023). “Destilación”. [En línea] Disponible: <https://www.ferrovial.com/es/stem/destilacion/>
- [112] Gabaldón, Juan Antonio. (2015). “Los Disolventes en la Industria de Pinturas”. [En línea] Disponible: https://www.academia.edu/16257117/Los_Disolventes_en_la_Industria_de_Pinturas
- [113] IQR Ingeniería Química. (2023). “Torres de absorción: Guía práctica para ingenieros químicos”. [En línea] Disponible: <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2023/07/torres-de-absorcion-guia-ingenieros-quimicos.html>
- [114] Universidad Libre. Galindo Marín, JD. (2008). “Proyecto de grado e investigación torre de absorción”. [En línea] Disponible: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/26326/PROYECTO%20DE%20GRADO%20E%20INVESTIGACION%20TORRE%20DE%20ABSORCION.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [115] Chemical Technology Lab. (2022). “Aplicaciones columnas absorción”. [En línea] Disponible: https://www.diquima.upm.es/old_diquima/Investigacion/proyectos/chevic/catalogo/COLUMNAS/Aplic2.htm
- [116] Universidad Católica de Colombia. Jiménez Penagos, Michael Yesid. (2020). “Diseño de una columna de adsorción piloto para la implementación de biomasa modificada con nanopartículas magnéticas en el tratamiento de agua residual textil”. [En línea] Disponible:

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/be170a38-d87d-4f63-8286-bbc952d9d5b1/content>

[117] Universidad Pontificia Bolivariana. (2018). “*Patente: Equipo de adsorción para la deshidratación de solventes y su procedimiento de operación*”. [En línea] Disponible:

<https://www.upb.edu.co/es/investigacion/experiencias/patentes/sistema-deshidratacion-solventes>

[118] Universidad de Sevilla. (2019). “*Sistema de Adsorción*”. [En línea] Disponible: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/4986/fichero/Cap%C3%ADtulo3+Sistema+de+adsorci%C3%B3n.pdf>

[119] Universidad de Sevilla. Pérez Urbano, Francisco Javier. (2016). “*Escalado de una Torre de Absorción*”. [En línea] Disponible: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Proyecto%20definitivo.pdf>

[120] Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2019). “*Caracterización de minerales de hierro por espectrofotometría de absorción atómica*”. [En línea] Disponible: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-pedagogica-y-tecnologica-de-colombia/ensayos-no-destructivos/informe-de-absorcion-atmica/5098402>

[121] DENN Innovation & Experience in Metalforming. (2020). “*Industria Petroquímica*”. [En línea] Disponible: <https://www.denn.es/index.php/es/industrias/conducciones-de-petroleo-y-gas/industria-petroquimica#A1>

[122] NYB The New York Blower Company. (2023). “*Farmacéutica*”. [En línea] Disponible: <https://www.nyb.com/es/pharmaceutical/>

[123] GEA. (2023). “*Extractores*”. [En línea] Disponible: <https://www.gea.com/es/products/dryers-particle-processing/extractors/index.jsp>

- [124] Karcher. (2023). “*Industria Textil*”. [En línea] Disponible: <https://www.kaercher.com/es/professional/aspiracion-industrial/tecnologia-de-aspiracion-industrial/industria-textil.html>
- [125] Figma. (2021). “*Equipo extractor de aceites esenciales por arrastre de vapor*”. [En línea] Disponible: <https://figma.com/extractor-de-aceites-esenciales/>
- [126] La casa del Chef. (2022). “*Productos cosméticos e industria farmacéutica*”. [En línea] Disponible: <https://lacasadelchef.net/productos-cosmeticos-e-industria-farmaceutica>
- [127] Kiel Ingenieros. (2020). “*Sistemas de extracción y filtración de pintura, polvos y humos*”. [En línea] Disponible: <https://kielingenieros.com/kielaus/>
- [128] Wamgroup. (2021). “*Equipos y máquinas para el tratamiento de las aguas residuales*”. [En línea] Disponible: https://wamgroup.cl/es-ES/WAMCL/SDetail/S608/NED_WWT/Equipo-y-maquinas-para-el-tratamiento-de-las-aguas-residuales
- [129] Donaldson Filtration Solutions. (2023). “*Metal y mecanizado*”. [En línea] Disponible: <https://www.donaldson.com/es-es/industrial-dust-fume-mist/industries/metal-fabrication-machining/>
- [130] Bachiller. (2021). “*Equipos de proceso y recipientes a presión para la industria petroquímica*”. [En línea] Disponible: <https://bachiller.com/es/equipos-industria-petroquimica/>
- [131] Direct Industry. Virtualexpo Group. (2023). “*Secadores para la industria farmacéutica*”. [En línea] Disponible: <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/secador-industria-farmaceutica-109470.html>
- [132] Direct Industry. Virtualexpo Group. (2023). “*Secadores para la industria agroalimentaria*”. [En línea] Disponible: <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/secador-industria-agroalimentaria-109439-2.html>

- [133] Direct Industry. Virtualexpo Group. (2023). “Secadores para la industria textil”. [En línea] Disponible: <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/secador-industria-textil-109456.html>
- [134] Domus Winning The Future Through Innovation. (2020). “Una secadora industrial con perfume gracias a nuestro innovador sistema de dosificación”. [En línea] Disponible: <https://www.domuslaundry.com/secadora-industrial-con-perfume/>
- [135] Bachiller. (2021). “Equipos de proceso y recipientes a presión para la industria cosmética”. [En línea] Disponible: <https://bachiller.com/es/equipos-industria-cosmetica/>
- [136] Direct Industry. Virtualexpo Group. (2023). “Secadores para pintura”. [En línea] Disponible: <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/secador-pintura-225471.html>
- [137] Intekgroup. Agudelo, Gabriela. (2021). “El secador por aspersion o spray dryer y su secado de alta eficiencia”. [En línea] Disponible: <https://intekgroup.com.co/secador-por-aspersion-o-spray-dryer/>
- [138] ZJN Drying Equipment. (2022). “Secadora Para Minería, Metalurgia Y Industria Química”. [En línea] Disponible: <https://es.cnzjndryer.com/dryer-for-mining-metallurgy-and-chemical-industry/>
- [139] Barriquand Technologies Thermiques. (2023). “Intercambiadores En Petroquímica”. [En línea] Disponible: <https://www.barriquand.com/es/intercambiador-calor-aplicaciones/intercambiadores-calor-quimica/intercambiadores-calor-petroquimica/>
- [140] Absolicon. (2021). “Soluciones Solares para la Industria Farmacéutica”. [En línea] Disponible: <https://www.absolicon.com/es/aplicaciones-de-energia-solar/industria-farmaceutica/>

- [141] HRS heat exchangers. (2023). “*Tratamiento térmico en la industria alimentaria*”. [En línea] Disponible: <https://www.hrs-heatexchangers.com/es/recursos/tratamiento-termico-en-la-industria-alimentaria/>
- [142] Chávez Arias, Kandy Edith. (2020). “*Termodinámica en la Industria Textil*”. [En línea] Disponible: <https://www.goconqr.com/es/mapamental/24863514/termodinamica-en-la-industria-textil>
- [143] Inoxmim Process. (2023). “*Maquinaria para una empresa de perfumes diseñada para optimizar y mejorar su producción*”. [En línea] Disponible: <https://www.inoxmim.com/blog/agitadores-y-emulsionadores-industriales/maquinaria-para-una-empresa-de-perfumes/>
- [144] Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales. JC Ardila. (2022). “*Propuesta de diseño de la nueva planta y optimización*”. [En línea] Disponible: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2676/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [145] CIDEPINT - Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIC-CONICET). (1989). “*Propiedades y control de calidad de pinturas y recubrimientos*”. [En línea] Disponible: <https://core.ac.uk/download/pdf/200295379.pdf>
- [146] Universidad Carlos III de Madrid. (2011). “*Tratamiento de aguas residuales para aporte a central térmica de ciclo combinado*”. [En línea] Disponible: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PFC_Ismael_Hernandez_Sanchez.pdf
- [147] Froztec International Inc. (2022). “*Aplicaciones del Intercambiador de Calor en la industria metalúrgica*”. [En línea] Disponible: <https://blog.froztec.com/aplicaciones-del-intercambiador-de-calor-en-la-industria-metalurgica>
- [148] Corporación Alquimia. (2022). “*Reactores de alta presión*”. [En línea] Disponible: <https://acortar.link/2MvmWG>

- [149] Sica Mediciones. (2023). “Reactor de alta presión y temperatura”. [En línea] Disponible: <https://www.sicamedicion.com.mx/producto/reactor-alta-presion/>
- [150] Grupo Acura. (2022). “Reactores industriales: tipos e importancia en las operaciones químicas”. [En línea] Disponible: <https://grupoacura.com/es/blog/reactores-industriales/>
- [151] Sigma Thermal. (2015). “Textil”. [En línea] Disponible: <https://www.sigmathermal.com/es/industrias/textil/>
- [152] NASH. (2023). “Reactores – Secado de reactores”. [En línea] Disponible: <https://www.nashpumps.com/es-ec/industries/pharmaceutical/reactors-reactor-drying>
- [153] GMdix. (2023). “Reactor Industrial”. [En línea] Disponible: <https://gmdix.com/producto/reactor/>
- [154] GRACO. (2023). “Reactor”. [En línea] Disponible: <https://www.graco.com/co/es/contractor/products/protective-coatings-polyurea/polyurea-spray-equipment/reactor.html>
- [155] Lucero MC. (2020). “Tratamiento de un agua residual industrial a temperatura psicrófila con un reactor UASB”. [En línea] Disponible: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992019000400905
- [156] Universidad Complutense de Madrid. Díaz Prada, José Ignacio. (2004). “Estudio de la homogeneización y mezcla de reactores líquidos agitados con inyección de aire por el fondo”. [En línea] Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=194920>
- [157] Universidad Nacional de San Luis. (1950). “Biorreactores”. [En línea] Disponible: <http://www0.unsl.edu.ar/~organica/archivos/Documento%20didactico.pdf>
- [158] Labo-mersa. (2022). “¿Por qué los biorreactores son esenciales en las industrias y laboratorios?”. [En línea] Disponible: <https://labomersa.com/2020/09/03/por-que-los-biorreactores-son-esenciales-en-las-industrias-y-laboratorios/>

- [159] TECNAL. (2021). “Uso de biorreactores para optimizar la producción de ácido láctico”. [En línea] Disponible: https://tecnal.com.br/es/blog/212_uso_de_biorreactores_para_optimizar_la_produccion_de_acido_lactico
- [160] Universidad del Norte de Colombia. (2009). “Tratamiento de aguas residuales textiles mediante un biorreactor de membrana”. [En línea] Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/852/85212233007.pdf>
- [161] Sigma Daf Clarifiers. Fabregas, Jordi. (2021). “Tratamiento y reutilización de agua residual de la industria productora de Fragancias y Aceites Esenciales”. [En línea] Disponible: <https://sigmadafclarifiers.com/aguas-residuales-fragancias-aceites-esenciales/>
- [162] TECNAL. (2021). “Biorreactor: ¿Qué es y cuáles son sus productos?”. [En línea] Disponible: https://tecnal.com.br/es/blog/347_biorreactor_que_es_y_cuales_son_sus_productos
- [163] Rosales López, Catalina. (2019). “Los bioprocesos en la biotecnología: uso de biorreactores para la producción y el escalamiento de productos de interés comercial”. [En línea] Disponible: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-LosBioprocesosEnLaBiotecnologia-7450830.pdf>
- [164] González Hernández, Yusmel. (2020). “Utilización de un biorreactor con membranas sumergidas para el tratamiento de aguas residuales procedentes de un hospital oncológico”. [En línea] Disponible: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992020000400945
- [165] Universidad de Chile. González Muñoz, Victoria Marcela. (2018). “Estudio, caracterización y diseño de biorreactor para su incorporación en planta de abatimiento de arsénico y antimonio de ecometales”. [En línea] Disponible: <https://acortar.link/dS0dJi>

- [166] Parr Instrument Company. (2023). “*Reactores Tubulares de Flujo Continuo 5400*”. [En línea] Disponible: <https://www.parrinst.com/es/products/tubular-reactor-systems/5400-continuous-flow-tubular-reactors/>
- [167] Universidad Tecnológica de Jalisco. (2020). “*Asignatura de reactores farmacéuticos*”. [En línea] Disponible: <https://www.utj.edu.mx/wp-content/uploads/2022/01/10.-Reactores-Farmaceuticos-l4.0.doc.pdf>
- [168] Universidad de América. González Chávez, Francisco Javier. Mora Quiroz, Elizabeth. (2018). “*Criterios de selección de reacciones químicas en un banco de reactores de planta piloto*”. [En línea] Disponible: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7740/1/6131969-2018-1-IQ.pdf>
- [169] Directorios Industriales. (2016). “*Bancos de capacitores con reactores, en baja, media y alta tensión*”. [En línea] Disponible: <https://www.dirind.com/pro/bancos-capacitores-con-reactores-baja-media-alta-tension.html>
- [170] Universidad Santo Tomás. (2021). “*Diseño y construcción de un prototipo de biorreactor para determinación de coeficientes cinéticos de tratamiento de agua residual para el laboratorio de tratamiento de aguas de la Universidad Santo Tomás - sede Bogotá*”. [En línea] Disponible: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/37718?show=full>
- [171] WEG. (2023). “*Reactores*”. [En línea] Disponible: https://www.weg.net/catalog/weg/ES/es/Generaci%C3%B3n%2CTransmisi%C3%B3n-y-Distribuci%C3%B3n/Transformadores-y-Reactores-en-Aceite/Reactores-Shunt/Reactores/p/MKT_WTD_REACTORS
- [172] EMJUVI. (2021). “*Tipos de reactores y depósitos industriales, sus aplicaciones*”. [En línea] Disponible: <https://emjuvi.com/blog/p-tipos-reactores-y-depositos-industriales>
- [173] Universidad de América. (2018). “*Una mirada a la evaporación como operación en la industria química*”. [En línea] Disponible: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ART.+1.pdf>

- [174] Universidad Politécnica de Valencia. (2019). “*Tipos de evaporadores en la industria alimentaria*”. [En línea] Disponible: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/03%20TIPOS%20DE%20EVAP%20EN%20LA%20IND%20ALIMENTARIA.pdf>
- [175] Virtualpro. (2021). “*Evaporación continua*”. [En línea] Disponible: <https://www.virtualpro.co/laboratorios/laboratorio-evaporacion-continua>
- [176] Tecnosa. (2021). “*Fragancias y aromas*”. [En línea] Disponible: <https://tecnosa.es/catalogo/quimica/corosys/fragancias-y-aromas/>
- [177] VEOLIA. (2023). “*Tratamiento de efluentes farmacéuticos y cosméticos por evaporación*”. [En línea] Disponible: <https://www.veoliawatertechnologies.es/tratamiento-efluentes-farmaceuticos-cosmeticos-evaporacion>
- [178] C&C Iberica. (2019). “*La evaporación al vacío en el sector pinturas*”. [En línea] Disponible: <https://www.cgiberica.com/la-evaporacion-al-vacio-en-el-sector-pinturas-n-24-es>
- [179] Condorchem Enviro Solutions. (2023). “*Tratamiento de aguas residuales industriales mediante evaporación al vacío*”. [En línea] Disponible: <https://condorchem.com/es/blog/tratamiento-de-aguas-residuales-industriales-mediante-evaporacion-al-vacio/>
- [180] Instituto Tecnológico De Tuxtla Gutiérrez. Sanchez Albores, Rocio Magdalena. (). “*Diseño de un sistema de evaporacion para concentrar liquido de prensado del proceso de harina de pescado*”. [En línea] Disponible: <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/916/48603.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [181] Air Liquide. (2023). “*Riesgo de incendio y explosiones de gas*”. [En línea] Disponible: <https://es.airliquide.com/soluciones/inertizado/riesgo-de-incendio-y-explosiones-de-gas>

- [182] Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. (2022). “*Riesgos de incendios*”. [En línea] Disponible: <https://saludlaboral.org/portal-preventivo/riesgos-laborales/riesgos-relacionados-con-la-seguridad-en-el-trabajo/riesgos-de-incendios/>
- [183] Enel X. (2022). “*Podcast Enel X: conoce sobre riesgo eléctrico en el trabajo y cómo prevenirlo*”. [En línea] Disponible: <https://www.enelx.com/co/es/historias/podcast-riesgo-electrico-en-el-trabajo>
- [184] Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. Narocki, Claudia. (2021). “*Los episodios de altas temperaturas como riesgo laboral*”. [En línea] Disponible: <https://acortar.link/npCQIB>
- [185] Agencia de Evaluación de Tecnología e Investigación Médicas. Sánchez, Emilia. (2022). “*El principio de precaución: implicaciones para la salud pública*”. [En línea] Disponible: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112002000500001
- [186] Mc Graw Hill. (2020). “*La idea*”. [En línea] Disponible: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448147774.pdf>
- [187] VTT. (2023). “*All Services*”. [En línea] Disponible: <https://www.vttresearch.com/en/ourservices>
- [188] Universidad de los Andes. (2023). “*Portafolio de Servicios*”. [En línea] Disponible: <https://uniandes.edu.co/es/soy/visitante>
- [189] Universidad Nacional de Colombia. (2023). “*Portafolio de Servicios*”. [En línea] Disponible: <https://extension.unal.edu.co/servicios/>
- [190] Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS). (2024). “*CEPIIS*”. [En línea] Disponible: <https://cepiis.wordpress.com/>

ANEXOS

ANEXO 1

BROCHURE PORTAFOLIO DE SERVICIOS





CEPIIS

Centro de Procesos e Innovación
para la Industria Sostenible

El **Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible** de la Universidad de América, se enfoca en el desarrollo de proyectos y desafíos industriales.

Su tarea es la de potenciar la ingeniería, la investigación y el desarrollo para crear soluciones en contextos donde estén los principios de sostenibilidad y uso responsable de recursos.

Ingeniería de procesos, innovación y sostenibilidad para los retos de la industria.

Propósito

Este centro ofrece 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.





Promesa de valor

Nuestra promesa de valor es ser un referente en la industria colombiana al impulsar la sostenibilidad mediante soluciones innovadoras respaldadas por tecnología de vanguardia.

Abordamos problemas reales y promovemos prácticas responsables, colaborando estrechamente con la industria para construir un futuro más sostenible y eficiente.

Servicios



CEPIIS Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible	CUBO Cuarto de Bombas y Almacenamiento de Reactivo y Respel	COCO Centro de Optimización y Control	BIOCAL Laboratorio de Procesos Biológicos	CESI Centro de Servicios Industriales	CEPURE Centro de Purificación y Refinación	CETA Centro de Transformación y Adecuación	AEPRO Aula Especializada de Procesos

CEPURE

Centro de Purificación
y Refinación

Equipos

- Unidad de destilación.
- Unidad de absorción.
- Extractor sólido - líquido, líquido - líquido.
- Secador.
- Filtro prensa.
- Molino.

Ventajas competitivas

- Soluciones avanzadas de purificación y refinación en la industria, con tecnología de punta y un enfoque en la sostenibilidad.
- Sus unidades especializadas permiten aplicaciones diversas y su compromiso con la investigación y asesoría técnica.

Sector de aplicación

- **Industria química:** purificación de productos químicos, refinación de materias primas.
- **Petróleo y gas:** secado de productos petrolíferos y extracción de compuestos específicos.
- **Farmacéutica:** purificación de ingredientes farmacéuticos activos, refinación de productos y separación de compuestos.
- **Alimentos:** purificación de ingredientes y productos alimentarios, refinación de aceites y extracción de componentes alimenticios.
- **Medio ambiente:** tratamiento de aguas, purificación de efluentes y separación de contaminantes.
- **Energías renovables:** purificación de biocombustibles.



CESI

Centro de Servicios
Industriales

Equipos

- Planta generadora de vapor y cogeneradora.
- Torre de enfriamiento.
- Planta de tratamiento de aguas industriales.
- Gases especiales (Nitrógeno, dióxido de carbono y oxígeno).

Ventajas competitivas

- Suministro eficiente de energía.
- Control de temperatura preciso.
- Tratamiento sostenible de aguas residuales.
- Suministro de gases especiales.
- Soporte técnico especializado.

Sector de aplicación

- Industria química y petroquímica.
- Procesamiento alimentario.
- Procesos de manufactura y producción.



CETA

Centro de Transformación
y Adecuación

Equipos

- Banco de reactores (Batch, CSTR, PFR y PBR).
- Tren de evaporadores.

Ventajas competitivas

- **Investigación y desarrollo avanzado:** investigación y desarrollo de procesos químicos avanzados en los que mejora la eficiencia y la sostenibilidad de la producción industrial.
- **Optimización de procesos:** el CETA ofrece la oportunidad de optimizar procesos industriales a través de la experimentación práctica en condiciones controladas.
- **Desarrollo de soluciones innovadoras:** la posibilidad de adaptar procesos químicos y probar nuevas soluciones en el banco de reactores y el tren de evaporadores.

Sector de aplicación

- **Industria química:** para el desarrollo y mejora de procesos químicos.
- **Alimentaria:** para la optimización de la producción de alimentos y bebidas.
- **Farmacéutica:** para la investigación y desarrollo de productos farmacéuticos.
- **Industria de materiales:** para la mejora de procesos de fabricación y producción de materiales.



COCO

Centro de Optimización y Control

Equipos

- Unidades de cómputo para uso de software especializado.
- Workstation (altas especificaciones en hardware).
- UPS.
- Tableros de control.

Ventajas competitivas

- **Tecnología de vanguardia:** unidades de cómputo de alto rendimiento y software especializado que aprovechan la inteligencia artificial, para optimizar procesos y operaciones de manera eficiente y precisa en diferente tipo de industrias.
- **Optimización y control avanzados:** aplicación de software especializado y técnicas de inteligencia artificial que permite la optimización y el control avanzado de procesos industriales.
- **Apoyo a la toma de decisiones:** herramientas para la toma de decisiones basadas en datos y análisis en tiempo real.

Sector de aplicación

- **Industria manufacturera:** para la optimización de procesos de fabricación y producción.
- **Energía:** para el control de sistemas de generación y distribución de energía.
- **Automatización industrial:** para el monitoreo y control de sistemas automatizados en diversas aplicaciones.
- **Procesamiento de datos:** para el análisis y procesamiento de datos en tiempo real en una variedad de industrias.



BIOCAL

Laboratorio de Procesos Biológicos y Calidad

Equipos

- Equipos para Microbiología.
- Unidades de caracterización.
- Biorreactor fermentador.
- Reactor de alta presión.
- Gases especiales (alta presión 80-100 bares).

Ventajas competitivas

- **Infraestructura especializada:** investigaciones y pruebas en el campo de la biotecnología y la calidad.
- **Investigación en microbiología:** investigaciones en microbiología, lo que es esencial en industrias como la farmacéutica, la alimentaria y la química.
- **Control de procesos biológicos.**
- **Investigación de alta presión.**

Sector de aplicación

- **Farmacéutica y biotecnología:** para investigaciones en el desarrollo de medicamentos y productos biotecnológicos.
- **Industria alimentaria:** para evaluar y mejorar la calidad de los alimentos y bebidas.
- **Petróleo y gas:** para investigar procesos a alta presión y biotecnología aplicada a la industria energética.
- **Química:** para investigar y mejorar procesos químicos y control de calidad en la obtención de productos químicos.



CUBO

Cuarto de Bombas,
Almacenamiento de
Reactivos y RESPEL

Equipos

- Planta de tratamiento de aguas.
- Arreglo de bomba para agua de proceso, lluvia y potable.
- Tablero de control.

Ventajas competitivas

- **Planta de tratamiento de aguas:** la disponibilidad de una planta de tratamiento de aguas proporciona a las empresas la capacidad de gestionar y tratar sus recursos hídricos de manera eficiente, cumpliendo con los estándares de calidad y sostenibilidad ambiental.
- **Versatilidad en bombeo:** el arreglo de bombas para agua de proceso, agua lluvia y agua potable, garantiza una operación fluida y eficiente en las instalaciones industriales.
- **Control centralizado:** el tablero de control centralizado facilita la gestión y el monitoreo de los sistemas de bombeo y tratamiento de agua.

Sector de aplicación

- **Industria química:** donde se requiere un suministro confiable de agua y almacenamiento seguro de reactivos químicos.
- **Manufactura:** para asegurar un suministro continuo de agua de proceso y tratar las aguas residuales de manera sostenible.
- **Ingeniería ambiental:** para la gestión de aguas residuales y el tratamiento de aguas contaminadas.





UNIDOS CREAMOS FUTURO

Más información:

Iván Ramírez Marín
ivan.ramirez@profesores.uamerica.edu.co
(+57) 300 569 3233

Juan Camilo Cely Garzón
juan.cely@profesores.uamerica.edu.co
(+57) 302 246 1535

Yovanny Morales Hernández
yovanny.morales@profesores.uamerica.edu.co
(+57) 300 519 4181

EcoCampus de Los Cerros
Avenida Circunvalar No 20 -53
(60 1) 33 76 680

Bogotá D.C., Colombia

Sede Norte
Calle 106 No. 19 - 18
(60 1) 65 80 658

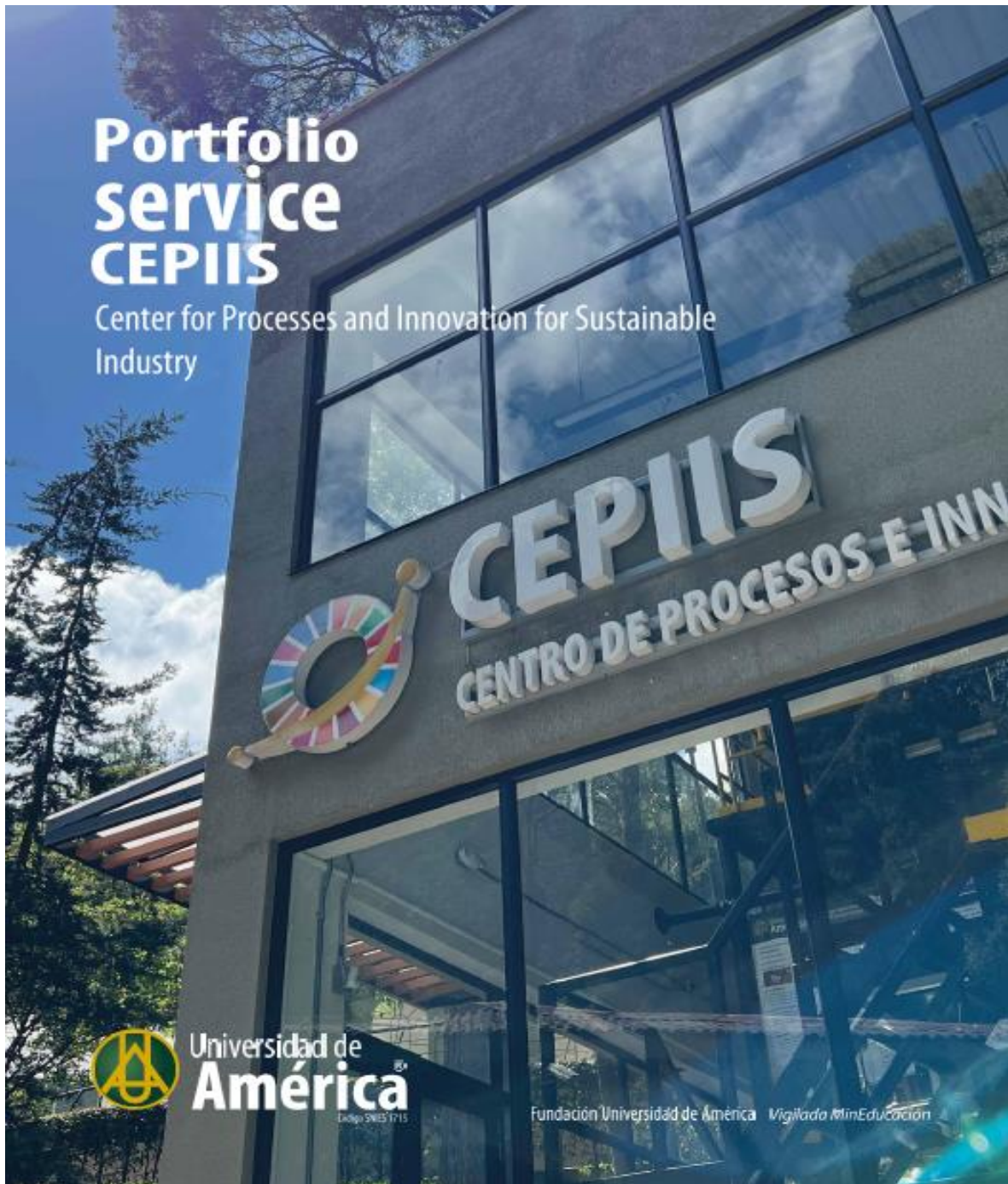
Síguenos en redes

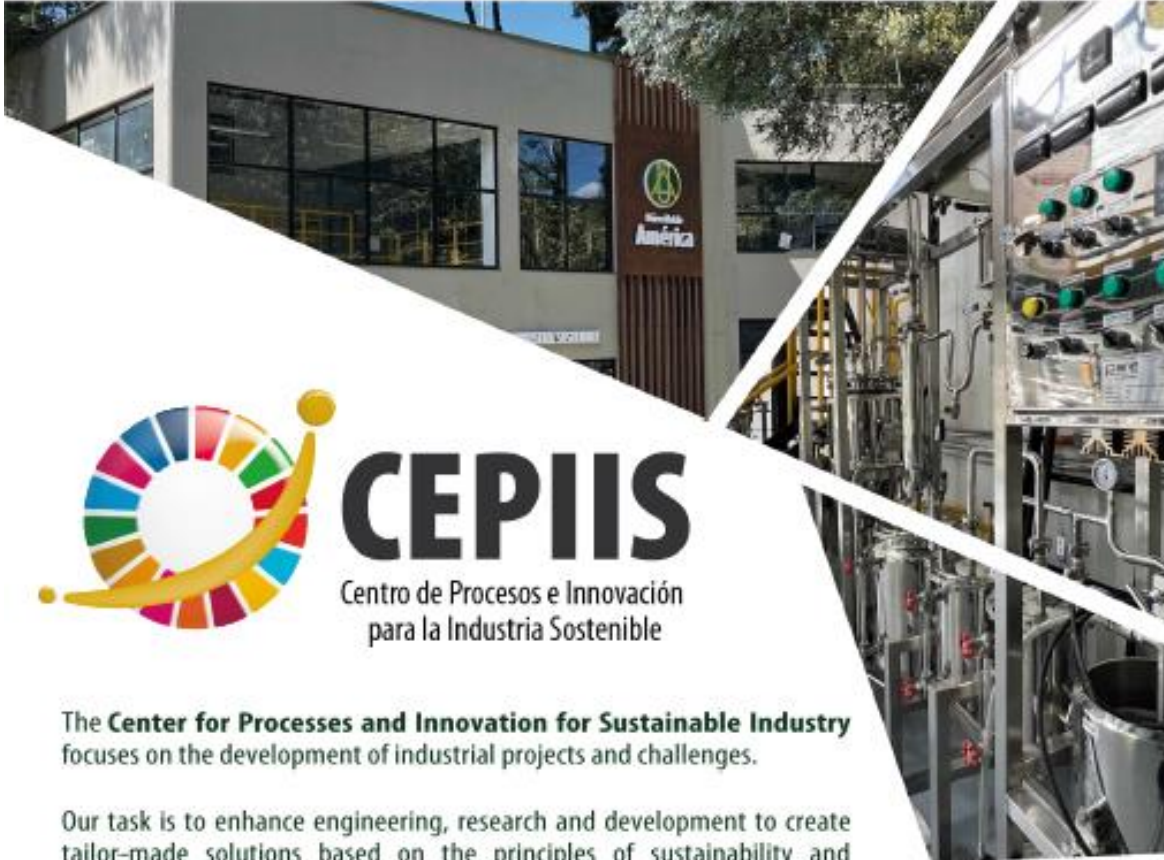


www.uamerica.edu.co

ANEXO 2

BROCHURE PORTAFOLIO DE SERVICIOS VERSIÓN DE INGLÉS





CEPIIS

Centro de Procesos e Innovación
para la Industria Sostenible

The **Center for Processes and Innovation for Sustainable Industry** focuses on the development of industrial projects and challenges.

Our task is to enhance engineering, research and development to create tailor-made solutions based on the principles of sustainability and responsible use of resources.

Process engineering, innovation and sustainability for industry challenges.

Purpose

This center aims at providing agile solutions to the demands of the industrial environment, with a strong emphasis on improving process efficiency, presenting creative solutions and applying sustainability principles.





Promise to our Customers

Our value promise is to be a benchmark in the Colombian industry by driving sustainability through innovative solutions supported by cutting-edge technology.

We address real problems and promote responsible practices, working closely with industry to build a more.

Services



CEPIIS	CUBO	COCO	BIOCAL	CESI	CEPURE	CETA	AEPRO
Center for Processes and Innovation for Sustainable Industry	Pump Room and Reagents and RESPEL Storage Room	Optimization and Control Center	Biological Process Laboratory	Industrial Service Center	Purification and Refining Center	Transformation and Adequacy Center	Specialized Process Quarters

CEPURE

Purification and Refining Center

Machinery

- Distillation unit.
- Absorption unit.
- Solid - liquid, liquid - liquid extractor.
- Dryer.
- Filter press.

Competitive Advantages

- Advanced purification and refining solutions in the industry, with state-of-the-art technology and a focus on sustainability.
- Its specialized units enable diverse applications and which are committed to research and technical advice.

Application Sector

- **Chemical industry:** Purification of chemical products, refining of raw materials.
- **Oil and gas:** Drying of petroleum products and extraction of specific compounds.
- **Pharmaceuticals:** Purification of active pharmaceutical ingredients, refining of products and separation of compounds.
- **Food:** Purification of food ingredients and products, oil refining and extraction of food components.
- **Environment:** Water treatment, effluent purification and contaminant separation.
- **Renewable energies:** Purification of biofuels.



CESI

Industrial Service Center

Machinery

- Steam and cogeneration plant.
- Cooling tower.
- Industrial water treatment plant.
- Special gases (nitrogen, carbon dioxide and oxygen).

Competitive Advantages

- Efficient Energy Supply.
- Precise Temperature Control.
- Sustainable Wastewater Treatment.
- Special Gases Supply.
- Specialized Technical Support.

Application Sector

- Chemical and Petrochemical Industry.
- Food Processing Manufacturing and Production Processes.



CETA

Transformation and Adequacy Center

Machinery

- Reactor bank (Batch, CSTR, PFR and PBR).
- Train of evaporators.

Competitive Advantages

- **Advanced Research and Development:** Research and development of advanced chemical processes that improve the efficiency and sustainability of industrial production.
- **Process Optimization:** CETA offers the opportunity to optimize industrial processes through hands-on experimentation under controlled conditions.
- **Development of Innovative Solutions:** The possibility to adapt chemical processes and test new solutions in the reactor bank and evaporator train.

Application Sector

- **Chemical Industry:** Development and improvement of chemical processes.
- **Food:** Optimization of food and beverage production.
- **Pharmaceutical:** Research and development of pharmaceutical products.
- **Materials Industry:** Improvement of manufacturing processes and production of materials.



COCO

Optimization and Control Center

Machinery

- Computer units for use of specialized software.
- Workstation (High specifications in hardware).
- UPS.
- Control panels.

Competitive Advantages

- **Cutting-edge technology:** High-performance computing units and specialized software that takes advantage of artificial intelligence. It enables industries to optimize their processes and operations efficiently and accurately.
- **Advanced Optimization and Control:** Application of specialized software and artificial intelligence techniques allows advanced optimization and control of industrial processes.
- **Decision Support:** Tools for data-driven decision making and real-time analysis.

Application Sector

- **Manufacturing Industry:** Optimization of manufacturing and production processes.
- **Energy:** Control of power generation and distribution systems.
- **Industrial Automation:** Monitoring and control of automated systems in various applications.
- **Data Processing:** Real-time data analysis a variety of industries.



BIOCAL

Biological Processes and Quality Laboratory

Machinery

- Microbiology Equipment.
- Characterization units
- Bioreactor - fermenter.
- High pressure reactor.
- Special gases (High pressure - 80-100 bar).

Competitive Advantages

- **Specialized Infrastructure:** Research and testing in the fields of biotechnology and quality.
- **Microbiology Research:** Microbiology research, which is essential in industries such as pharmaceuticals, food and chemicals.
- Biological Process Control.
- High Pressure Research.

Application Sector

- **Pharmaceutical and Biotechnology:** Research for the development of drugs and biotechnological products.
- **Food Industry:** Evaluation and improve of the quality of food and beverages.
- **Oil and Gas:** Research high-pressure processes and biotechnology applied to the energy industry.
- **Chemistry:** Research and improvement of chemical processes and quality control in the production of chemical products.



CUBO

Pump Room, Reagents Storage, RESPEL

Machinery

- Water treatment plant.
- Pump arrangement for process, rain and drinking water.
- Control panel.

Competitive Advantages

- **Water Treatment Plant:** The availability of a water treatment plant provides companies with the capacity to manage and treat their water resources efficiently, complying with quality and environmental sustainability standards.
- **Versatility in Pumping:** The arrangement of pumps for recirculating process water, rainwater and drinking water guarantees a smooth and efficient operation in industrial facilities.
- **Centralized Control:** The centralized control panel facilitates the management and monitoring of pumping and water treatment systems.

Application Sector

- Chemical Industry: Where a reliable water supply and safe storage of chemical reagents is required.
- Manufacturing: Ensure a continuous supply of process water and wastewater treatment in a sustainable manner.
- Environmental Engineering: Wastewater management and treatment of contaminated water.





UNITED WE CREATE FUTURE

More information:

Iván Ramírez Marín

ivan.ramirez@profesores.uamerica.edu.co (+57) 300 569 3233

Juan Camilo Cely Garzón

juan.cely@profesores.uamerica.edu.co (+57) 302 246 1535

Yovanny Morales Hernández

yovanny.morales@profesores.uamerica.edu.co (+57) 300 519 4181

EcoCampus de Los Cerros
Avenida Circunvalar No 20 - 53
(601) 33 76 680

Bogotá D.C., Colombia

Sede Norte
Calle 106 No. 19 - 18
(601) 65 80 658

Follow us in networks



www.uamerica.edu.co

Fundación Universidad de América que fundó la educación superior

ANEXO 3

CÓDIGO QR VIDEO LÍNEA DEL TIEMPO CEPIIS

Figura 39.

Código QR Video Línea del Tiempo CEPIIS



Nota. *El video muestra imágenes en las cuales se ve el cambio que se ha tenido en el CEPIIS a través de los años hasta el 2023. Elaboración, dirección, producción y edición propia.*

ANEXO 4

CÓDIGO QR VIDEO ACREDITACIÓN CEPIIS

Figura 40.

Código QR Video Acreditación CEPIIS



Nota. El video se realizó con fines de mostrar a los pares de acreditación visitas que se han tenido tanto de estudiantes, como profesores y empresarios mientras la construcción del CEPIIS. Elaboración, dirección, producción y edición propia.

ANEXO 5

CÓDIGO QR VIDEO CEPIIS PARA PROYECCIÓN UNIDADES

Figura 41.

Código QR Video CEPIIS para Proyección Unidades



Nota. Este video cuenta con una explicación de cada una de las Unidades Semi-industriales según usos. Elaboración, dirección, producción y edición propia

ANEXO 6

CÓDIGO QR BROCHURE PORTAFOLIO DE SERVICIOS VERSIÓN ESPAÑOL

Figura 42.

Código QR Brochure Portafolio de Servicios Versión Español



Nota. *Se presenta el brochure con el Portafolio de Servicios.
Elaboración Propia junto con la Universidad de América.*

ANEXO 7

CÓDIGO QR BROCHURE PORTAFOLIO DE SERVICIOS VERSIÓN INGLÉS

Figura 43.

Código QR Brochure Portafolio de Servicios Versión Inglés



Nota. *Se presenta el brochure del Portafolio de Servicios en inglés para conocimiento internacional del CEPIIS. Elaboración Propia junto con la Universidad de América.*

ANEXO 8

CÓDIGO QR PORTAFOLIOS MEMBRETADOS PARA CADA INDUSTRIA DEL SECTOR QUÍMICO

Figura 44.

Código QR Portafolios para las Diversas Industrias Membretados



Nota. *Expone los Portafolios de Servicios para cada industria con la hoja membretada de la Universidad para presentarla a los clientes de la industria correspondiente con el fin de indicar las operaciones y temas que se pueden realizar en el CEPIIS.*

ANEXO 9

CÓDIGO QR INFORME VISITA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Figura 45.

Código QR Informe Visita Pontificia Universidad Javeriana



Nota. *Indica el trayecto, temas aprendidos y por mejorar en el CEPIIS según el recorrido en dicha Universidad.*

ANEXO 10

CÓDIGO QR ALIADOS ISNTUCIONALES

Figura 46.

Código QR Aliados Institucionales



Nota. Hoja de cálculo en la cual indica los aliados institucionales desde empresas practicantes hasta convenios que se tienen a la fecha.

ANEXO 11

FORMULARIO OPEN TECHS

- Papel en el ecosistema:
Científico Investigador
- Posición
Director del CEPIIS o planta industrial
- Área
Gestión, dirección, investigación y desarrollo
- Descripción breve de la solución
Presta servicios de consultoría, extensión e investigación de procesos escalables en unidades semi-industriales y laboratorios disponibles.
- Descripción técnica de la solución
La planta industrial Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible CEPIIS de la Fundación Universidad de América tiene como finalidad la extensión de trabajo práctico por parte de empresas o industrias externas a la universidad, también la investigación para profesores en campo químico y de igual forma la docencia para complementar la formación de estudiantes de la universidad. Ofrece a la industria consultoría, extensión e investigación de procesos escalables en unidades semi-industriales y los laboratorios disponibles para ensayo, con el fin de resolver necesidades de tendencia en el mercado para la práctica de proyectos sostenibles.
- Tags
Consultoría, extensión, investigación, prototipado, procesos escalables.
- Desafíos o problema que pueden resolver
Nuestra planta industrial cuenta con unidades de proceso y laboratorios para realizar proyectos versátiles de investigación, de igual forma tenemos un banco de capital humano con expertos en diversas áreas para realizar consultorías. Con esto se puede

llegar a proporcionar soluciones innovadoras las cuales cumplan con satisfacción la necesidad de cada empresa para generar competitividad en el mercado. Se pueden generar prototipado o escalamiento en nuestras unidades semi-industriales para la industria de procesos químicos.

- Propuesta de valor

Brindamos versatilidad de ensayos y pruebas a nuestros clientes por medio de servicios de consultoría, unidades de proceso industrial y laboratorios. Todo esto para lograr plantear diferentes criterios y llegar a desarrollar soluciones efectivas que se adapten a las tendencias del mercado de forma sostenible. Generamos oportunidades para que pequeñas y medianas empresas puedan realizar procesos de prototipado y escalamiento industrial desde el manejo de las materias primas hasta el producto final.

- Validación

Se realizó el montaje y puesta en marcha de una planta semi-industrial para procesos químicos, de separación, reacción, acondicionamiento y purificación. Tenemos en cuenta parámetros de seguridad, logística y calidad para los ensayos que se quieran implementar, de igual forma ofrecemos análisis de datos a partir de PLC y computadores workstation, garantizando confiabilidad en los procesos con recopilación, precisión y coherencia para su investigación.

- Clientes potenciales

Las empresas que se verían beneficiadas con los servicios ofrecidos son del sector químico como farmacéutico, energético, de alimentos y bebidas, de igual forma instituciones académicas y organizaciones dedicadas a la investigación.

- Recursos disponibles

Contamos con equipos de escalamiento industrial como lo son torre de destilación, torre de absorción, filtro prensa, molino semi-industrial, extractor sólido-líquido líquido-líquido, secador, planta térmica, planta de tratamiento de aguas lluvias, de

proceso y de filtración, banco de reactores, tren de evaporadores, computadores workstation con data science, inteligencia artificial y machine learning. De igual forma tenemos un laboratorio de procesos biológicos en el cuál se encuentra biofermentador, bioreactor y reactor de alta presión, cuenta con cuartos oscuros aislados acústicamente para procesos biológicos para estrés con microorganismos, microbalanzas y mesa antivibratoria.

- Necesidades del grupo o equipo

Implementación de equipos semi-industrial y laboratorios para tendencias del sector industrial, y alianzas para lograr el control de la planta de forma remota y presencial por medio de proyectos de investigación que se puedan realizar en el CEPIIS.

- Fast track nivel 2

Se han realizado tesis presentadas a la universidad como investigación para temas relacionados al diseño de la planta, de igual forma los manuales de operación para la planta y para la zona de transformación y adecuación, protocolos para la validación de los equipos industriales y unidades de procesos, plan para la verificación estructural, operativa del centro de purificación y refinación con enfoque al diseño del manual de validación, puesta en marcha y memoria técnica, plan de gestión de riesgo para los diferentes sectores de la planta, desarrollo de las tablas de estado de equipos y gráficas de función secuencial en una interfaz gráfica de usuario (GUI) para las unidades seleccionadas, el planteamiento metodológico para el diagnóstico de las condiciones de operación de planta de evaporación y del banco de reactores bajo condiciones de diseño establecidas por el fabricante, el sistema hidráulico para las redes de tuberías para el agua de proceso, filtración, lluvia y emergencia, sistema de supervisión de variables de funcionamiento para la planta térmica de generación de vapor y energía, y el portafolio de servicios para consultoría, extensión e investigación a partir de las unidades de procesos industriales y laboratorios disponibles.

- Grandes desafíos

Educación del futuro
Industria del futuro
Energía eléctrica
Pequeñas empresas
Plataformas científicas y tecnológicas
Energía
Alimentos
Farmaceuticos y cosmeticos
Agua y sanitización
ESG

- Desafío principal
Industria del futuro
- Sectores de aplicación
Alimentación y bebidas
Educación
Energía
Construcción e ingeniería
Farmacéuticos e investigación médica
Productos químicos
Software y servicios de TI
- Tendencias de innovación
Inteligencia artificial
Big data & analytics
Computación en la nube
Asesores expertos cognitivos
Diseño para la innovación
Innovación en servicios para la industria inteligente

Suministro sostenible de materia prima

Asistentes virtuales

- Activos de propiedad intelectual

No

- ¿Cuál es su oferta?

Servicios de extensión y consultoría

- Verticales de innovación

Economía circular

- Sector de interés para el relacionamiento de rueda de negocios

Industria de alimentos y bebidas

Industria energética

Industria farmacéutica y cosmética

Bioprocesos

Diseño y optimización de procesos

- Nivel TRL

TRL 8

ANEXO 12

LIBRETO VIDEO DE PROYECCIÓN DE UNIDADES DEL CEPIIS

Tabla 50.

Libreto Video Proyección de Unidades CEPIIS

Locución	Efecto de sonido	Narración	Tiempo
Control	Cortinilla		5 s
Persona 1	Canción: The Future Is Yours - Upbeat and Happy Pop Background Music	El Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la Fundación Universidad de América ofrece servicios versátiles de unidades de proceso industrial, ensayo en laboratorios y consultoría, con el fin de llevar a la práctica la docencia para complementar la formación de estudiantes de la universidad, investigación para profesores en el sector químico y realizar extensión de trabajo práctico con empresas o industrias externas.	25 s
Control			
Persona 1	Canción: The Future Is Yours - Upbeat and Happy Pop Background Music	La planta piloto a escala industrial cuenta con diferentes zonas de trabajo.	10 s

Control			
Persona 1	Canción: The Future Is Yours - Upbeat and Happy Pop Background MusiC	Centro de purificación y refinación (CEPURE) se encuentran equipos como la torre de destilación, la torre de absorción, el filtro prensa, el extractor sólido-líquido líquido-líquido y el secador.	12 s
Control			
Persona 1	Canción: The Future Is Yours - Upbeat and Happy Pop Background MusiC	Centro de servicios industriales (CESI) este cuenta con planta generadora de vapor y planta de tratamiento de aguas de proceso y de filtración, se ofrecen gases especiales como nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono	9 s
Control			
Persona 1	Canción: The Future Is Yours - Upbeat and Happy Pop Background Music	Centro de transformación y adecuaciones de reacciones químicas (CETA) aquí se localiza el banco de reactores y el banco de evaporadores.	8 s
Control			
Persona 1	Canción: The Future	Centro de optimización y control (COCO) en este se realiza el control de toda la planta,	15 s

	Is Yours - Upbeat and Happy Pop Background Music	se examina, analiza y estudia optimizaciones de simulaciones de procesos, cuenta con computadores Workstation con data science, inteligencia artificial y machine learning.	
Control			
Persona 1	Canción: The Future Is Yours - Upbeat and Happy Pop Background Music	Laboratorio de procesos biológicos (BIOCAL) se encuentra biofermentador, bioreactor y reactor de alta presión, cuenta con cuartos oscuros aislados acústicamente para procesos biológicos para estrés con microorganismos, microbalanzas y mesa antivibratoria.	17 s
Control			
Persona 1	Canción: The Future Is Yours - Upbeat and Happy Pop Background Music	Cuarto de bombas (CUBO) se encuentra el almacenamiento de aguas lluvias y de aguas de proceso tratadas, de residuos peligrosos y de reactivos, su recepción y entrega respectiva.	11 s
Control			
Persona 1	Canción: The Future Is Yours - Upbeat and Happy Pop	Aula especializada de procesos (AEPRO) sirve como salón de conferencias y tiene campo visual a la planta.	8 s

	Background Music		
--	---------------------	--	--

Nota. Se realiza con el fin de dar inicios a la producción del video de forma organizada.

ANEXO 13

MATRIZ DE RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN QUÍMICA

Tabla 51.

Matriz de Resistencia a la Degradación Química

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Acetaldehído - Solución Acuosa					Limitada
Aceite Astm					Alta
Aceite Combustible				Limitada	
Aceite Crudo	Alta				
Aceite De Agujas De Pino					Alta
Aceite De Alcanfor					Alta
Aceite De Alquitrán (Carbolineum)	Alta				Limitada
Aceite De Castor	Alta				
Aceite De Coco				Alta	Limitada
Aceite De Hígado De Bacalao					Alta
Aceite De Linaza	Alta				Limitada
Aceite De Maíz	Limitada			Alta	
Aceite De Motor				Alta	
Aceite De Oliva	Alta		Alta	Alta	Limitada
Aceite De Palma	Limitada	Alta		Alta	
Aceite De Parafina					Alta
Aceite De Pescado	Alta				
Aceite De Pino	Alta				Alta
Aceite De Ricino					Limitada
Aceite De Semilla De Algodón					Limitada
Aceite De Silicona					Alta
Aceite De Soja	Alta		Alta		
Aceite De Templado	Alta				
Aceite De Transformador	Alta				
Aceite De Trementina					Limitada
Aceite De Vaselina					Alta
Aceite Hidráulico (Base Petróleo)	Alta			Alta	
Aceite Lubricante (Base Petróleo)	Alta				Alta

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Aceite Para Huesos					Alta
Aceite Vegetal	Alta				
Aceites Animales	Alta				
Aceites Minerales	Alta			Alta	Alta
Aceites Solubles	Alta				
Aceites Y Grasas			Alta		
Acetaldehído	Alta	Alta		Alta	
Acetamida	Limitada				
Acetato De Aluminio	Alta				Alta
Acetato De Amilo	Alta	Alta		Alta	
Acetato De Amonio	Limitada				Alta
Acetato De Butilo	Alta		Alta		
Acetato De Celulosa	Limitada				
Acetato De Cobre - Solución Acuosa					Alta
Acetato De Etilo	Limitada		Alta		
Acetato De Isoamilo		Limitada			
Acetato De Isopropilo		Limitada		Alta	
Acetato De Metilo	Alta			Alta	
Acetato De Plomo - Solución Acuosa					Alta
Acetato De Sodio	Alta	Alta		Alta	
Acetato De Vinilo		Limitada		Alta	Alta
Acetileno	Alta	Alta		Alta	Alta
Acetona	Alta	Alta	Alta	Alta	
Ácido Acético	Limitada	Alta		Alta	
Ácido Acético 10%	Alta		Alta		
Ácido Acético 20%		Alta		Alta	
Ácido Acético 80%		Alta		Alta	
Ácido Acético Crudo	Limitada				
Ácido Acético Glacial		Limitada	Alta	Alta	
Ácido Adípico En Solución Acuosa					Alta
Ácido Aminoacético					Alta
Ácido Árabe - Solución Acuosa					Alta
Ácido Arsénico	Limitada				Alta

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Ácido Ascórbico - Solución Acuosa					Alta
Ácido Aspártico - Solución Acuosa					Alta
Ácido Benzoico	Limitada			Alta	
Ácido Benzoico - Solución Acuosa					Alta
Ácido Bórico	Limitada		Alta		Alta
Ácido Borofluórico					Alta
Ácido Bromhídrico			Alta		
Ácido Brómico 20%			Alta		
Ácido Butílico			Alta		
Ácido Butírico	Limitada				Limitada
Ácido Carbónico		Limitada	Alta	Alta	Alta
Ácido Cianhídrico	Alta				Alta
Ácido Cítrico	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Ácido Cítrico 5%		Alta		Alta	
Ácido Clorhídrico - Solución Acuosa					Limitada
Ácido Clorhídrico (Gas) - Puro					Limitada
Ácido Clorhídrico 10% (Muriático)			Alta		
Ácido Clorhídrico 20%		Alta		Alta	
Ácido Clorhídrico 35%			Alta		
Ácido Clorhídrico 37%				Alta	
Ácido Clorhídrico 100%				Alta	
Ácido Clórico				Alta	
Ácido Clórico 20%			Alta		
Ácido Cloroacético		Limitada		Alta	
Ácido Clorofenoxiacético					Alta
Ácido Clorosulfónico			Alta	Alta	
Ácido Cresílico 50%			Alta		
Ácido Crómico - Solución Acuosa					Alta
Ácido Crómico 5%		Alta		Alta	
Ácido Crómico 10%			Alta		
Ácido Crómico 50%		Limitada		Alta	

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Ácido De Manzana - Solución Acuosa					Alta
Ácido Diglicólico			Alta		
Ácido Esteárico	Limitada	Limitada	Alta	Alta	Alta
Ácido Fluorhídrico 40%			Alta		
Ácido Fluorogénico					Alta
Ácido Fluorosilícico			Alta		
Ácido Fluorosílico - Solución Acuosa					Limitada
Ácido Fórmico		Alta	Alta	Alta	Alta
Ácido Fosfórico - Solución Acuosa					Alta
Ácido Fosfórico 10%	Limitada	Alta	Alta	Alta	
Ácido Fosfórico 20%		Alta		Alta	
Ácido Fosfórico 50%	Limitada	Limitada		Alta	
Ácido Fosfórico 85%	Limitada		Alta		
Ácido Fosfórico Concentrado		Limitada		Alta	
Ácido Ftálico		Alta		Alta	
Ácido Gálico 5%	Limitada				
Ácido Glicólico			Alta		Alta
Ácido Hipocloroso			Alta		
Ácido Láctico		Alta	Alta	Alta	Alta
Ácido Láctico (Solución Al 5%)		Alta		Alta	
Ácido Láctico Concentrado, Frío	Limitada				
Ácido Láctico Diluido, Caliente	Limitada				
Ácido Láctico Diluido, Frío	Alta				
Ácido Linoleico	Alta			Alta	Limitada
Ácido Maleico	Limitada		Alta		Alta
Ácido Metilsulfúrico			Alta		
Ácido Nicotínico			Alta		
Ácido Nítrico 10%	Alta	Limitada	Alta	Alta	
Ácido Nítrico 20%				Alta	
Ácido Nítrico 30%	Alta				

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Ácido Nítrico - Agua (40%)					Alta
Ácido Nítrico 50%		Limitada		Alta	
Ácido Nítrico 68%			Alta		
Ácido Nítrico 80%	Alta				
Ácido Nítrico Concentrado	Limitada			Alta	
Ácido Oleico	Limitada	Limitada	Alta	Alta	
Ácido Oxálico	Limitada		Alta		
Ácido Oxálico - Solución Acuosa					Alta
Ácido Oxálico 5% (Caliente Y Frío)		Alta		Alta	
Ácido Oxálico Frío		Alta		Alta	
Ácido Palmítico	Limitada	Limitada	Alta	Alta	
Ácido Peracético-Agua (6%)					Alta
Ácido Perclórico		Limitada		Alta	
Ácido Perclórico 10%			Alta		
Ácido Perclórico 70%			Alta		
Ácido Pícrico	Limitada		Alta		Limitada
Ácido Pirogálico	Alta				
Ácido Salicílico		Alta	Alta	Alta	
Ácido Succínico - Solución Acuosa					Alta
Ácido Sulfónico Azul De Antraquinona - Agua					Alta
Ácido Sulfúrico				Alta	
Ácido Sulfúrico - Solución Acuosa					Alta
Ácido Sulfúrico 3%			Alta		
Ácido Sulfúrico <10%		Alta		Alta	
Ácido Sulfúrico 10%		Alta		Alta	
Ácido Sulfúrico 25%				Alta	
Ácido Sulfúrico 30%			Alta		
Ácido Sulfúrico 50%		Limitada		Alta	
Ácido Sulfúrico 60%				Alta	
Ácido Sulfúrico 75%				Alta	
Ácido Sulfúrico 80%			Alta		

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Ácido Sulfúrico 95%			Alta	Alta	
Ácido Sulfúrico 100%	Limitada				Limitada
Ácido Sulfúrico Concentrado (Caliente)				Alta	
Ácido Sulfúrico Concentrado (Frío)				Alta	
Ácido Sulfuroso			Alta		
Ácido Tánico	Limitada				Alta
Ácido Tartárico	Limitada		Alta		Alta
Ácido Úrico				Alta	
Ácidos Grasos			Alta	Alta	
Ácidos Húmicos					Alta
Ácidos Nitrobenzoicos - Solución Acuosa					Alta
Agua Carbonatada	Alta				
Agua Clorada (Gas De Cloro - Húmedo)					Limitada
Agua De Bromo			Alta		
Agua De Cloro			Alta		
Agua De Mar	Limitada	Alta	Alta	Alta	Alta
Agua Desionizada		Alta		Alta	
Agua Destilada	Alta	Alta	Alta	Alta	Limitada
Agua Mineral			Alta		
Agua Oxigenada 50%			Alta		
Agua Oxigenada, Concentrada	Limitada				
Agua Oxigenada, Diluida	Limitada				
Agua Regia (80% Hcl, 20% Hno3)			Alta	Alta	
Aguarrás	Limitada				
Aguas Cloacales	Limitada				
Aire	Alta				
Alcohol Alílico - Solución Acuosa					Limitada
Alcohol Alílico 96%			Alta		
Alcohol Amílico	Alta	Alta		Alta	
Alcohol Bencílico		Limitada		Alta	Limitada
Alcohol Butílico	Alta				

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Alcohol De Oleum	Limitada				
Alcohol Diacetona	Alta				
Alcohol Etílico	Limitada				
Alcohol Etílico + Ácido Acético					Limitada
Alcohol Isobutílico		Alta		Alta	Alta
Alcohol Isopropílico	Limitada				
Alcohol Metílico	Limitada		Alta		
Alcohol Propílico	Limitada				
Alcoholes Amílicos - Puros					Alta
Alcoholes Grasos	Limitada				Alta
Almidón	Limitada	Limitada		Alta	
Alquitrán	Alta				
Alumbre			Alta		
Alumbre Amoniacal	Limitada				
Alumbre De Cromo	Limitada		Alta		Alta
Alumina	Limitada				
Aluminato De Sodio	Limitada				
Aminas	Limitada			Alta	
Amoníaco (Gas)			Alta		
Amoníaco (Solución)	Alta				
Amoniaco 10%		Alta		Alta	
Amoníaco Acuoso	Alta				
Amoniaco Líquido		Alta		Alta	Limitada
Anhídrido Acético	Limitada				
Anhídrido Ftálico		Alta		Alta	
Anilina	Limitada				Limitada
Anticongelante Etilenglicol					Alta
Antifrogen-N					Alta
Árbol Frutal Carbolino					Limitada
Argón					Alta
Arseniato De Sodio, Arsenito De Sodio					Alta
Azúcar (Líquidos)		Alta		Alta	
Azúcar De Uva - Solución Acuosa					Alta

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Azúcar, Jarabe Y Mermelada	Alta				
Barniz	Limitada				Alta
Bebida De Gas					Limitada
Benceno	Limitada			Alta	
Benzaldehído		Limitada		Alta	
Benzaldehído - Solución Acuosa					Alta
Benzoato De Sodio		Alta	Alta	Alta	
Benzoato De Sodio - Solución Acuosa					Alta
Bicarbonato De Amonio	Limitada				
Bicarbonato De Potasio	Alta	Alta	Alta	Alta	
Bicarbonato De Sodio	Limitada	Alta	Alta	Alta	Alta
Bicromato De Potasio	Limitada				
Bicromato De Sodio	Alta				
Bisulfato De Sodio - Solución Acuosa					Alta
Bisulfito De Calcio - Solución Acuosa					Alta
Bisulfito De Potasio	Limitada				
Bisulfito De Sodio		Alta		Alta	
Bisulfito De Sodio 10%	Limitada				
Bisulfito, Hidrógeno Sulfito De Sodio - Solución Acuosa					Alta
Bisulfuro De Carbono	Limitada				
Blanqueador, Hipoclorito De Sodio					Limitada
Borato De Potasio			Alta		
Borato De Sodio	Limitada				
Borax		Alta	Alta	Alta	Alta
Bromato De Potasio			Alta		
Bromato De Sodio			Alta		
Bromuro De Hidrógeno – Agua					Alta
Bromuro De Plata	Limitada				

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Bromuro De Potasio	Limitada				
Butadieno	Alta		Alta		Limitada
Bután (Gas Y Líquido)					Alta
Butanediol - Solución Acuosa 10%					Limitada
Butano	Alta		Alta	Alta	
Butanodiol			Alta		
Butanol		Limitada		Alta	Limitada
Butanol (Primario Y Secundario)			Alta		
Butileno	Alta		Alta		Alta
Butilfenol			Alta		
Butinediol					Limitada
Café	Alta	Alta			
Carbitol					Limitada
Carbolineum					Limitada
Carbonato De Amonio	Limitada				
Carbonato De Amonio - Solución Acuosa					Alta
Carbonato De Bario	Limitada				
Carbonato De Calcio	Limitada	Alta	Alta	Alta	
Carbonato De Magnesio	Alta			Alta	
Carbonato De Potasio	Limitada		Alta		Alta
Carbonato De Sodio	Alta			Alta	Alta
Caseína	Limitada				
Cera De Abejas					Alta
Ceras	Alta				
Cerveza	Alta			Alta	
Cetonas	Alta	Alta		Alta	
Champú Para El Cabello					Limitada
Cianato De Cobre			Alta		
Cianuro De Cobre	Limitada				
Cianuro De Mercurio	Limitada				
Cianuro De Plata	Limitada				
Cianuro De Potasio - Solución Acuosa					Alta
Cianuro De Sodio	Limitada				
Ciclohexano	Limitada			Alta	Limitada

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Ciclohexanol - Puro					Alta
Ciclohexanona	Limitada				
Ciclona (Sulfonato De Alcohol Graso)					Alta
Clofeno, Difenilo Clorado					Alta
Clorato De Potasio	Limitada				Limitada
Clorato De Sodio	Limitada				
Clorhidrina De Etileno					Limitada
Clorito Sódico - Solución Acuosa					Limitada
Cloro (Gas) - Húmedo (Agua Clorada)					Limitada
Cloro (Gas) – Seco	Limitada		Alta		Limitada
Cloro (Líquido) - Puro					Limitada
Cloro Seco			Alta		
Cloroacetatos De Sodio					Alta
Clorobenceno	Limitada			Limitada	
Cloroetanol, Clorhidrina De Etileno					Limitada
Cloroformo				Alta	Limitada
Cloroformo Seco	Alta				
Cloronaftaleno					Limitada
Cloruro De Aluminio					Alta
Cloruro De Bario	Limitada				
Cloruro De Cal - Solución Acuosa (Hipoclorito De Calcio)					Limitada
Cloruro De Calcio			Alta		
Cloruro De Cobre - Solución Acuosa					Alta
Cloruro De Colina - Agua					Alta
Cloruro De Etilo - Puro					Limitada
Cloruro De Etilo, Seco	Alta				
Cloruro De Fósforo - Puro					Limitada
Cloruro De Litio - Agua					Alta
Cloruro De Manganeso					Alta

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Cloruro De Mercurio					Alta
Cloruro De Metileno					Limitada
Cloruro De Metilo	Limitada				
Cloruro De Níquel	Limitada				
Cloruro De Potasio			Alta		
Cloruro De Sodio	Limitada		Alta		Alta
Cloruro De Vinilo Puro					Alta
Cloruros De Estaño - Solución Acuosa					Alta
Cloruros Y Oxicloruros De Azufre					Alta
Coca Cola	Limitada	Alta		Alta	
Colorantes De Anilina	Limitada				
Combustible					Limitada
Combustible Astm A					Limitada
Combustible Astm B					Limitada
Combustible Astm C					Limitada
Combustible Jp 4	Alta				
Combustible Jp 5	Alta				
Combustible Jp 6	Alta				
Combustible Para Quemadores	Alta				
Cresol			Alta		
Cromato De Potasio	Alta				
Cromato De Sodio	Alta				
Decahydronaphthalene (Decal) - Puro					Alta
Desmodur T, Poliisocianato					Alta
Desmophen, Poliéster Saturado					Alta
Detergentes	Limitada	Alta		Alta	Limitada
Dextrina			Alta		Alta
Dextrosa			Alta		Alta
Dicloroetano	Limitada				Limitada
Diclorometano (Cloruro De Metileno)					Limitada
Dicromato De Potasio		Alta		Alta	

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Dicromato De Potasio - Solución Acuosa					Limitada
Dicromato De Potasio 40%			Alta		
Diesel Oil	Alta			Alta	Alta
Dietyl Éter				Alta	
Dietilamina	Limitada	Limitada			
Dietilenglicol	Limitada	Alta		Alta	
Difenil				Alta	
Dimetil Formamida		Limitada		Alta	
Diociltalato - Puro					Limitada
Dióxido De Azufre	Limitada	Limitada		Alta	
Dióxido De Azufre (Gas) - Húmedo	Limitada				Alta
Dióxido De Azufre (Gas) - Seco					Alta
Dióxido De Azufre (Líquido) – Anhidro					Limitada
Dióxido De Carbono - Líquido O Seco	Limitada				Alta
Disulfuro De Carbono					Limitada
Emulsión De Parafina			Alta		
Emulsiones Fotográficas, Reveladores, Fijadores			Alta		Limitada
Estanato De Sodio					Alta
Estaño			Alta		
Ésteres De Ácido Poliacrílico Para Adhesivos					Alta
Estireno	Limitada			Alta	Limitada
Etano	Limitada				Alta
Etanol		Alta	Alta	Alta	
Etanol - Desnaturalizado					Limitada
Etanol - Mosto De Fermentación					Alta
Etanol - Solución Acuosa					Limitada

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Etanolamina		Limitada		Alta	
Éter	Alta			Alta	
Éter De Isopropilo				Alta	
Éter De Petróleo		Alta			
Éter Isopropílico	Alta				
Etil Acetato		Limitada		Alta	
Etil Éter	Alta			Alta	
Etilbenceno - Puro					Limitada
Etilendiamina - Pura					Limitada
Etilenglicol		Alta		Alta	
Etilenglicol – Agua					Alta
Etileno					Alta
Fenol	Alta		Alta	Alta	
Fenol - Solución Acuosa					Limitada
Ferricianuro De Potasio	Limitada				
Fertilizantes Salinos			Alta		
Fluidos Hidráulicos, Aceites Minerales (H, H-L, H-Lp)					Limitada
Fluidos Hidráulicos, Emulsiones De Aceite En Agua (Hsa)					Alta
Fluidos Hidráulicos, Emulsiones De Agua En Aceite (Hsb)					Alta
Fluidos Hidráulicos, Éster De Ácido Fosfórico (Hsd)					Limitada
Fluidos Hidráulicos, Soluciones De Poliglicol-Agua (Hsc)					Alta
Flúor (Seco) - Puro					Limitada
Fluor Gaseoso			Alta		
Fluorosilicato De Amonio - Solución Acuosa					Alta
Fluoruro De Aluminio - Solución Acuosa					Alta

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Fluoruro De Amonio - Solución Acuosa					Alta
Formaldehído - Solución Acuosa					Alta
Formaldehido 100%		Alta		Alta	
Formaldehido 40%		Alta		Alta	
Formamida – Pura					Limitada
Formiato De Amonio - Solución Acuosa					Alta
Formol			Alta		
Fosfato De Potasio - Solución Acuosa					Alta
Fosfato De Sodio - Solución Acuosa					Alta
Fosfato Di-Básico De Amonio	Limitada				
Fosfato Di-Básico De Sodio	Limitada				
Fosfato Tri-Básico De Amonio	Limitada				
Fosfato Tri-Básico De Sodio	Limitada				
Fosfato Trisósico			Alta		
Fosgeno (Gaseoso) - Puro			Alta		Alta
Fosgeno (Líquido) - Puro					Limitada
Freón 11 Mf,112, Bf	Limitada				
Freón 12					Limitada
Freón 13					Limitada
Freón 12 13 32 114	Limitada				
Freón 13 B 1 (Halón)					Limitada
Freón 21 30	Limitada				
Freón 22	Limitada				
Freón 23					Limitada
Freón 113					Alta
Freón 113 Tf	Limitada				

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Freón Gas, Seco	Alta				
Fructosa			Alta		
Fuel Oil	Limitada				
Furfural				Alta	
Gas Amoniaco, Caliente	Alta				
Gas Licuado Del Petróleo	Limitada				
Gas Manufacturado	Limitada				
Gas Metano					Alta
Gas Natural	Alta				Alta
Gas Natural, Ácido	Alta				
Gas Odorizante	Limitada				
Gas Para El Alumbrado					Alta
Gas Propano	Limitada		Alta		
Gases De Combustión	Limitada				
Gases De Combustión Que Contienen Ácido Sulfúrico, Trióxido De Azufre Húmedo					Alta
Gases De Combustión Que Contienen Dióxido De Azufre (Seco)					Alta
Gases De Combustión Que Contienen Dióxido De Carbono					Alta
Gases De Combustión Que Contienen Fluoruro De Hidrógeno					Alta
Gases De Combustión Que Contienen Monóxido De Carbono					Alta
Gases De Combustión Que Contienen Óxido De Azufre (Seco)					Alta
Gases Inertes					Alta
Gases Nitrosos	Limitada				
Gasolina				Alta	Alta
Gasolina Con Plomo	Alta				
Gasolina Sin Plomo	Alta				

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Gasolina Sulfurada	Limitada				
Gasolina, Aviación	Alta				
Gasolina, Refinada	Alta				
Gelatina	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Glicerina			Alta		Alta
Glicerina (Glicerol)	Alta	Alta		Alta	
Glicocola 10%			Alta		
Glicol	Limitada		Alta		Alta
Glucosa (Jarabe De Maíz O Acuosa)	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Glutamato De Sodio					Alta
Glycocoll - Agua (Ácido Aminoacético)					Alta
Grasas, Aceites Grasos					Limitada
Grupo Butoxi, Acetato De Metoxibutilo					Limitada
Helio	Alta				Alta
Heptano	Alta		Alta	Alta	Alta
Hexafluoruro De Azufre	Limitada				Alta
Hexafluoruro De Uranio					Alta
Hexametilentetramina - Solución Acuosa					Alta
Hexano				Alta	Alta
Hidrato De Cloral - Solución Acuosa					Limitada
Hidrato De Hidracina - Solución Acuosa					Alta
Hidrógeno	Alta		Alta		Alta
Hidroquinona				Alta	Alta
Hidrosulfito De Sodio		Limitada		Alta	
Hidróxido De Aluminio	Alta				
Hidróxido De Amonio, Concentrado	Limitada				
Hidróxido De Amonio 28%	Limitada		Alta		
Hidróxido De Bario	Limitada		Alta		
Hidróxido De Calcio	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Hidróxido De Magnesio	Alta	Alta		Alta	
Hidróxido De Potasio		Alta	Alta	Alta	

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Hidróxido De Sodio			Alta		
Hidróxido De Sodio - Agua (Soda Cáustica)					Limitada
Hidróxido De Sodio 20%	Alta			Alta	
Hidróxido De Sodio 50%		Limitada		Alta	
Hidróxido De Sodio 50% Caliente	Limitada				
Hidróxido De Sodio 50% Frío	Alta				
Hidróxido De Sodio 70%	Limitada				
Hidróxido De Sodio 80%		Limitada		Alta	
Hidróxido Férrico	Alta				
Hipoclorito De Calcio			Alta		Limitada
Hipoclorito De Potasio - Solución Acuosa					Limitada
Hipoclorito De Sodio			Alta		Limitada
Hipoclorito De Sodio <20%		Limitada		Alta	
Hipoclorito De Sodio 100%		Limitada		Alta	
Humos Que Contienen Ácido Clorhídrico					Alta
Humos Que Contienen Gases Nitrosos					Alta
Iodoformo	Limitada				
Ioduro De Potasio	Limitada				
Isobutanol				Alta	
Isooctano				Alta	Alta
Isopropanol		Limitada		Alta	Alta
Jabón			Alta		
Jet Fuel (Jp3, Jp4, Jp5)				Alta	
Jugo De Ananá	Limitada				
Jugo De Caña De Azucar	Limitada	Alta		Alta	
Jugo De Manzana	Limitada				
Jugo De Tomate	Limitada				
Jugos Cítricos	Limitada				
Jugos De Frutas	Limitada			Alta	
Kerosene	Alta				

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Lacas				Alta	
Lactato De Sodio	Alta				
Látex		Alta		Alta	
Leche	Alta	Alta	Alta	Alta	
Levadura - Solución Acuosa					Alta
Licor De Azúcar De Caña		Alta		Alta	
Líquido Para Baterías De Coche, Ácido Sulfúrico 20%					Alta
Líquidos Azucarados	Alta				
Líquidos De Remolacha		Alta		Alta	
Lubricantes				Alta	
Mayonesa	Alta				
Melaza	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Mercaptanos					Limitada
Mercaptobenzotiazol De Sodio					Alta
Mercurio	Alta		Alta		Alta
Mersoles, Cloruro De Ácido Sulfónico Alcalino					Alta
Metano	Limitada				Alta
Metanol	Alta	Alta		Alta	
Metasilicato De Sodio	Limitada	Alta		Alta	
Metil Etil Cetona		Alta		Alta	
Metil Isobutil Cetona				Alta	
Metil Isopropil Cetona				Alta	
Metilacetona	Alta				
Metilamina	Limitada	Alta		Alta	Limitada
Metilcelulosa	Limitada				
Metiletilcetona	Limitada				
Metoxibutanol					Alta
Mezcla De Gasolina Y Benceno					Limitada
Mezclas Agua – Petróleo	Limitada				
Miel		Alta		Alta	
Monoetanolamina		Limitada		Alta	

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Monóxido De Carbono	Limitada		Alta		Alta
Morfolina Pura					Limitada
Mostaza	Alta				
Nafta			Alta	Limitada	
Nafta Solvente (Shellsol D 60 Y D 70)					Limitada
Naftaleno	Limitada				
Naftalina			Alta	Alta	
Nicotina			Alta		
Nitrato De Amonio	Alta		Alta		
Nitrato De Bario	Alta				
Nitrato De Calcio	Limitada	Limitada	Alta	Alta	Alta
Nitrato De Cobre	Limitada		Alta		
Nitrato De Magnesio	Alta		Alta		
Nitrato De Níquel	Limitada		Alta		
Nitrato De Plata	Alta		Alta		Alta
Nitrato De Plomo - Solución Acuosa					Alta
Nitrato De Potasio	Limitada		Alta		Alta
Nitrato De Sodio	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Nitrito De Diciclohexilo Y Amonio					Alta
Nitrito De Potasio - Solución Acuosa					Alta
Nitrito De Sodio	Limitada				Alta
Nitrobenceno	Limitada			Alta	Limitada
Nitrógeno	Alta				Alta
Nitrotoluenos - Puros					Limitada
Oleum, Ácido Sulfúrico Fumante	Limitada				Limitada
Óxido De Calcio		Alta		Alta	
Óxido De Etileno	Limitada				
Óxido De Magnesio				Alta	
Oxido Etilénico			Alta		
Óxido Nitroso					Limitada
Oxígeno	Alta		Alta		
Oxígeno, Presión No Permitida					Alta

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Ozono - Húmedo Y Seco	Alta		Alta		Limitada
Parafina	Alta				
Paraformaldehído	Limitada				
Pentaclorofenolato De Sodio					Alta
Pentano	Alta			Alta	
Pentóxido De Fósforo			Alta		
Perborato De Sodio - Solución Acuosa					Alta
Percloroetileno (Pce) - Puro					Limitada
Percloroetileno, Seco	Alta				
Permanganato De Potasio	Limitada	Alta		Alta	
Permanganato De Potasio 10%			Alta		
Peróxido De Hidrógeno 0,5%					Alta
Peróxido De Hidrógeno 10%				Alta	
Peróxido De Hidrógeno 30%		Limitada		Alta	
Peróxido De Hidrógeno 50%		Alta	Alta	Alta	
Peróxido De Hidrógeno 100%		Limitada		Alta	
Peróxido De Sodio	Limitada	Alta		Alta	
Persulfato De Amonio			Alta		Alta
Persulfato De Potasio - Solución Acuosa					Limitada
Persulfato De Sodio - Solución Acuosa					Alta
Petróleo					Alta
Petróleo Refinado	Alta				
Pinturas Y Solventes	Limitada				
Piridina		Limitada		Alta	
Pirosulfito De Sodio					Alta
Plomo Tetraetílico					Alta

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Potasa, Carbonato De Potasio					Alta
Propano (Licuado)				Alta	
Propano (Líquido Y Gas) - Puro					Alta
Propanol				Alta	
Propanol, Isopropanol					Alta
Propilenglicol		Alta		Alta	Alta
Propileno				Alta	
Propionato De Sodio					Alta
Pulpa De Papel	Limitada				
Pydraul-A 150					Alta
Pydraul-A 200					Alta
Pydraul-Ag					Alta
Pydraul-F-9					Alta
Queroseno			Alta	Alta	Alta
Queroseno L					Alta
Resina	Limitada				
Sagrotan, Fenoles					Limitada
Sal	Limitada		Alta		
Sales De Mercurio - Solución Acuosa					Alta
Salicilato De Sodio	Alta				
Salmuera	Limitada				Alta
Silicato De Sodio	Limitada				
Silicatos De Arilo - Solución Acuosa					Limitada
Skydrol 500					Limitada
Soda					Alta
Soda Cáustica	Alta				Limitada
Sodio - Solución Acuosa					Alta
Solución Acuosa De Ácido Bencenosulfónico					Alta
Solución Acuosa De Ácido Carbólico (Fenol)					Limitada
Solución Acuosa De Ácido Sulfónico De Bencidina					Alta

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Solución Acuosa De Bifluoruro De Potasio					Alta
Solución Acuosa De Bisulfito De Sodio					Alta
Solución Acuosa De Bromato De Potasio					Alta
Solución Acuosa De Bromato De Sodio					Alta
Solución Acuosa De Bromuro De Potasio					Alta
Solución Acuosa De Bromuro De Sodio					Alta
Solución Acuosa De Cianuro De Sodio					Alta
Solución Acuosa De Citrato De Amonio					Alta
Solución Acuosa De Clorato De Bario					Alta
Solución Acuosa De Clorato De Sodio					Limitada
Solución Acuosa De Cloruro De Amonio					Alta
Solución Acuosa De Cloruro De Bario					Alta
Solución Acuosa De Cloruro De Calcio					Alta
Solución Acuosa De Cloruro De Magnesio					Alta
Solución Acuosa De Cloruro De Potasio					Alta
Solución Acuosa De Cloruro De Zinc					Alta
Solución Acuosa De Cresol					Limitada

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Solución Acuosa De Cromato De Potasio					Limitada
Solución Acuosa De Cromato De Sodio					Limitada
Solución Acuosa De Ferricianuro De Potasio, Lixiviado Rojo De La Sangre					Alta
Solución Acuosa De Ferrocianuro De Potasio, Sal Amarilla De Hidróxido De Potasio					Alta
Solución Acuosa De Fluoruro De Sodio					Alta
Solución Acuosa De Fosfato De Amonio					Alta
Solución Acuosa De Hidróxido De Bario					Alta
Solución Acuosa De Hidróxido De Potasio					Limitada
Solución Acuosa De Hidróxido De Potasio (Potasa Cáustica)					Limitada
Solución Acuosa De Hierro/Cloruro De Hierro					Alta
Solución Acuosa De Nitrato De Amonio					Alta
Solución Acuosa De Silicato De Sodio					Alta
Solución Acuosa De Sulfuro De Amonio					Limitada
Solución Acuosa De Sulfuro De Potasio					Alta
Solución Acuosa De Tiocianato De Amonio					Alta
Solución Acuosa De Tricloruro De Arsénico					Alta

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Solución Acuosa De Yoduro De Potasio					Alta
Solución Acuosa De Yoduro De Sodio					Alta
Solución De Amoníaco, Hidróxido De Amonio Y Agua					Limitada
Solución De Oxalato De Amonio - Solución Acuosa					Alta
Solución Jabonosa - Solución Acuosa	Alta				Limitada
Solución Para Baño De Plata			Alta		
Soluciones De Albúmina					Alta
Soluciones De Almidón					Alta
Solventes Aromáticos	Alta				
Solventes Clorados	Limitada				
Solventes De Acetato	Limitada				
Suero, Sulfato De Aluminio Y Potasio En Solución Acuosa					Alta
Sulfaminato De Calcio - Solución Acuosa					Alta
Sulfato De Aluminio	Limitada		Alta		Alta
Sulfato De Aluminio Y Potasio - Solución Acuosa (Alumbre)					Alta
Sulfato De Amonio	Limitada		Alta		Alta
Sulfato De Bario	Limitada		Alta		
Sulfato De Berilio	Limitada				
Sulfato De Calcio	Limitada	Alta	Alta	Alta	
Sulfato De Cobre	Limitada		Alta		Alta
Sulfato De Cromo	Limitada				Alta
Sulfato De Férrico	Limitada				
Sulfato De Ferroso	Limitada				

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Sulfato De Hidroxilamina			Alta		Alta
Sulfato De Magnesio	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Sulfato De Manganeso	Alta				Alta
Sulfato De Níquel	Limitada		Alta		Alta
Sulfato De Potasio	Limitada	Alta	Alta	Alta	Alta
Sulfato De Sodio	Limitada	Alta	Alta	Alta	Alta
Sulfato De Zinc	Limitada	Alta		Alta	Alta
Sulfato Ferroso			Alta		Alta
Sulfato, Licor Blanco, Negro O Verde	Limitada				
Sulfatos De Alcohol Graso - Solución Acuosa					Alta
Sulfito De Amonio	Alta				Alta
Sulfito De Potasio	Alta				Alta
Sulfito De Sodio	Alta				Alta
Sulfonato De Dodecilbenceno De Sodio					Alta
Sulfuro De Bario	Limitada				Alta
Sulfuro De Hidrógeno, Húmedo O Seco	Limitada				Alta
Sulfuro De Sodio	Limitada		Alta		
Sustituto De La Trementina					Limitada
Tallolie					Limitada
Tartrato De Sodio					Alta
Tetracloroetileno					Limitada
Tetracloruro De Carbono Puro	Alta				Limitada
Tetraetilo De Plomo - Puro					Alta
Tetrahidronaftaleno, Tetralina - Puro					Alta
Tintas		Alta		Alta	
Tintura De Yodo					Limitada
Tiosulfato De Sodio	Limitada	Alta		Alta	Alta
Tolueno	Alta		Alta	Alta	

SUSTANCIA	ACERO	EPDM	PVC	TEFLON	VITON
Trementina (Aceite De Trementina) - Pura					Limitada
Tricloroetileno	Limitada		Alta		Limitada
Triclorometano					Limitada
Tricloruro De Antimonio			Alta		
Tricloruro Fosforoso	Limitada				
Trietanolamina			Alta		
Trietilamina		Alta		Alta	
Trimetil Propano			Alta		
Urea	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Vapor De Agua (100°C)	Alta				
Vidrio De Agua, Silicato De Sodio					Alta
Vinagre	Alta	Alta		Alta	Alta
Vino	Alta		Alta		
Whisky	Alta		Alta		
Xenón					Alta
Xileno	Alta			Alta	
Yodo		Limitada		Alta	
Yodo + Yoduro De Potasio - Solución Acuosa					Limitada
Zincato De Sodio					Alta

Nota. Indica la compatibilidad de sustancias químicas respecto a las Unidades de Proceso Semi-industriales disponibles en el CEPIIS y sus materiales.

ANEXO 14

RECOMENDACIONES

Realizar un proyecto industrial para la operación de la logística de la ruta crítica del CEPIIS teniendo en cuenta indicadores de desempeño (KPI).

Debido a que la industria química es dinámica y está en constante cambio y evolución, este proyecto tendrá más versiones y continuará en la búsqueda de oportunidades de mejora, versatilidad en servicios y logros para patentes en el CEPIIS. Por esta razón, se debe generar nuevas versiones y modificar constantemente el Portafolio de Servicios según evolucionen las tendencias en la industria.

Mantener contacto constante con los proveedores de las unidades de proceso escalables para tener actualizadas las nuevas versiones de información estructural y operacional de los manuales.