



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Almacenamiento en Cadenas Frías
Clave de la asignatura:	LCF-2502
SATCA¹:	3-2-5
Carreras:	Ingeniería Industrial

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<ul style="list-style-type: none">• Esta materia proporciona elementos para que el futuro profesionista desarrolle habilidades en el diseño, organización y gestión de almacenes en la industria agroalimentaria, farmacéutica y biotecnológica, optimizando el stock, controlando costos y mejorando la disponibilidad de productos perecederos.• La Gestión de Inventarios de Cadena Fría se cursa en el séptimo semestre, una vez adquiridas competencias en manejo de materiales, normas de calidad y logística básica.• El estudiante aprenderá a diseñar e implementar estrategias para la gestión de inventarios en una cadena fría, considerando el tipo de producto, requisitos de almacenamiento y transporte, normatividad y costos.• El almacenamiento en cuartos fríos es esencial en la agroindustria, especialmente en regiones con climas extremos, asegurando la conservación de productos perecederos y adaptándose a las necesidades logísticas regionales.

Intención didáctica
<ul style="list-style-type: none">• El temario se organiza en 4 unidades, las cuales permiten que el estudiante conozca el fundamento teórico para la planeación y diseño de espacios destinados al almacenamiento de productos agroindustriales, de forma que optimicen el uso de recursos para su correcta preservación, manejo y gestión.• El enfoque de la asignatura, por su carácter práctico, requiere de un proceso permanente de búsqueda de información y asesoramiento del estudiante en el desarrollo de trabajos y proyectos. Por esta razón, es indispensable la figura de un asesor de su disciplina que apoye con los conocimientos técnicos necesarios para integrar la estructura que este tipo de análisis requiere.• La evaluación debe ser continua y permanente, por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en la participación

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



en clase, en el análisis para la elaboración de documentos, en la lectura de normas aplicables a los temas, la autoevaluación, la coevaluación y evaluación de las actividades, así como el cumplimiento con los lineamientos para la presentación escrita y oral de trabajos y proyectos asignados

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
<ul style="list-style-type: none">Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, Octubre de 2024.	<ul style="list-style-type: none">Instituto Tecnológico de San Luis PotosíInstituto Tecnológico Superior de San Luis PotosíInstituto Tecnológico MatehualaInstituto Tecnológico de Cd. VallesInstituto Tecnológico Superior de Rio VerdeInstituto Tecnológico Ébano	<ul style="list-style-type: none">Análisis curricular y desarrollo de programas de estudio para la elaboración de la propuesta final por competencias de la especialidad de LOGISTICA DE CADENAS FRIAS de la carrera de Ingeniería Industrial.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none">Diseñar y gestionar almacenes refrigerados especializados para la conservación eficiente de productos agroindustriales en cadenas frías.Implementar sistemas de control de inventarios que aseguren la disponibilidad de productos y minimicen costos, utilizando tecnología avanzada y mejores prácticas logísticas adaptadas a las condiciones regionales.Comprender las normativas y estándares de calidad aplicables a la logística y las cadenas frías, con capacidad para asegurar su cumplimiento.Aplicar principios de refrigeración y conservación de productos perecederos, garantizando su calidad y frescura.Tener un conocimiento profundo de las tecnologías, equipos y buenas prácticas de manufactura utilizados en las cadenas frías, y su aplicación en la gestión de almacenes e inventarios.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none">Comprensión básica de la cadena de suministro y sus componentes, incluyendo transporte, almacenamiento y distribución de productos.Conocimiento de conceptos básicos de inventarios, tipos de inventarios y métodos de control, así como técnicas de pronóstico de demanda y políticas de reabastecimiento.
--



- Familiaridad con sistemas de gestión de almacenes (WMS) y otras herramientas tecnológicas utilizadas en logística, aplicadas para la gestión de materiales y control de inventarios.
- Aplicación de técnicas de refrigeración en la cadena de suministro para asegurar la conservación de productos perecederos.
- Manejo de software especializado para la gestión eficiente de inventarios.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Principios de Refrigeración y Conservación de Productos	<ul style="list-style-type: none">1.1. Fundamentos de la refrigeración<ul style="list-style-type: none">1.1.1. Conceptos de temperatura<ul style="list-style-type: none">1.1.1.1. Definición de temperatura y su influencia en la conservación.1.1.1.2. Impacto de las variaciones de temperatura en productos agroindustriales.1.1.1.3. Temperatura óptima para diferentes tipos de productos (frutas, carnes, lácteos).1.1.2. Humedad relativa<ul style="list-style-type: none">1.1.2.1. Definición de humedad relativa y su relación con la conservación de productos.1.1.2.2. Humedad adecuada para productos agrícolas y animales.1.1.2.3. Control de humedad en cuartos fríos y sus efectos.1.1.3. Sistemas de refrigeración<ul style="list-style-type: none">1.1.3.1. Tipos de sistemas de refrigeración: evaporadores, compresores, condensadores.1.1.3.2. Diferencias entre refrigeración mecánica y criogénica.1.1.3.3. Eficiencia energética de los sistemas en distintos climas.



		<ul style="list-style-type: none">1.2. Conservación de productos perecederos en cuartos fríos<ul style="list-style-type: none">1.2.1. Productos agrícolas (frutas y verduras)<ul style="list-style-type: none">1.2.1.1. Clasificación de productos perecederos según su vida útil.1.2.1.2. Necesidades específicas de refrigeración y conservación para frutas y verduras.1.2.1.3. Impacto de la temperatura y humedad en la frescura y calidad.1.2.2. Productos cárnicos<ul style="list-style-type: none">1.2.2.1. Conservación de carne y productos derivados bajo refrigeración.1.2.2.2. Temperaturas óptimas para carnes rojas y blancas.1.2.2.3. Riesgos asociados a la conservación inadecuada de productos cárnicos.1.2.3. Productos lácteos<ul style="list-style-type: none">1.2.3.1. Conservación de productos lácteos y derivados.1.2.3.2. Control de humedad y temperatura en productos lácteos.1.2.3.3. Normativas sanitarias y de seguridad para su almacenamiento.1.3. Adaptación a las condiciones climáticas regionales<ul style="list-style-type: none">1.3.1. Climas áridos y semiáridos<ul style="list-style-type: none">1.3.1.1. Impacto de las altas temperaturas en los sistemas de refrigeración.1.3.1.2. Soluciones tecnológicas adaptadas a estas condiciones.
--	--	---



		<ul style="list-style-type: none">1.3.1.3. Costos energéticos y alternativas sostenibles (energía solar).1.3.2. Climas húmedos<ul style="list-style-type: none">1.3.2.1. Desafíos de mantener la temperatura y humedad adecuada en climas húmedos.1.3.2.2. Tecnologías avanzadas para la conservación en estas condiciones.1.3.2.3. Estrategias de control para productos perecederos en estas zonas.1.4. Tecnología aplicada en regiones con condiciones extremas<ul style="list-style-type: none">1.4.1. Refrigeración eficiente en zonas de altas temperaturas<ul style="list-style-type: none">1.4.1.1. Tecnologías especializadas para mantener la temperatura en climas cálidos.1.4.1.2. Refrigeración eficiente en biomas áridos y semiáridos.1.4.1.3. Modelos de refrigeración adaptados al clima regional.1.4.2. Uso de energías renovables<ul style="list-style-type: none">1.4.2.1. Aplicación de paneles solares en almacenes refrigerados.1.4.2.2. Impacto de la energía renovable en la reducción de costos operativos.1.4.2.3. Modelos de sostenibilidad energética en la logística de cadena fría.
2	Gestión de Inventarios en Cadena Fría	<ul style="list-style-type: none">2.1. Métodos de control de inventarios en cuartos fríos<ul style="list-style-type: none">2.1.1. FIFO (First In, First Out)<ul style="list-style-type: none">2.1.1.1. Implementación del método FIFO en productos perecederos.



		<ul style="list-style-type: none">2.1.1.2. Ventajas y desafíos en su aplicación en almacenes refrigerados.2.1.2. FEFO (First Expired, First Out)<ul style="list-style-type: none">2.1.2.1. Importancia del FEFO en la gestión de productos perecederos.2.1.2.2. Técnicas para implementar FEFO en la industria agroindustrial.2.1.3. Herramientas tecnológicas para el control de inventarios<ul style="list-style-type: none">2.1.3.1. Software especializado en la gestión de inventarios en cuartos fríos.2.1.3.2. Integración de sistemas de monitoreo de temperatura y control de inventarios.2.2. Trazabilidad y monitoreo<ul style="list-style-type: none">2.2.1. Tecnología RFID<ul style="list-style-type: none">2.2.1.1. Uso de tecnología RFID en la trazabilidad de productos refrigerados.2.2.1.2. Beneficios del monitoreo en tiempo real para la cadena de frío.2.2.2. Sistemas integrados de información<ul style="list-style-type: none">2.2.2.1. Implementación de sistemas ERP en la gestión de inventarios.2.2.2.2. Conexión de sistemas de trazabilidad con control de almacenes.2.2.3. Normas de trazabilidad<ul style="list-style-type: none">2.2.3.1. Normativas nacionales e internacionales sobre trazabilidad en la agroindustria.
--	--	--



		2.2.3.2. Aplicación de estas normas en productos perecederos almacenados en frío.
3	Áreas Agroindustriales y su Impacto en la Logística de Almacenamiento	<p>3.1. Producción agroalimentaria y su influencia en la cadena de frío</p> <p>3.1.1. Características de la producción agroindustrial regional</p> <p>3.1.1.1. Principales productos agrícolas y cárnicos que requieren almacenamiento en frío.</p> <p>3.1.1.2. Especificaciones logísticas y de conservación para estos productos.</p> <p>3.1.2. Logística adaptada a la producción regional</p> <p>3.1.2.1. Necesidades logísticas y de transporte para productos agroindustriales perecederos.</p> <p>3.1.2.2. Adaptación de las estrategias de almacenamiento a las condiciones regionales.</p> <p>3.2. Cadena de frío en zonas rurales</p> <p>3.2.1. Desafíos de la cadena de frío en zonas alejadas</p> <p>3.2.1.1. Limitaciones de infraestructura en zonas rurales.</p> <p>3.2.1.2. Soluciones tecnológicas para mitigar las limitaciones.</p> <p>3.2.2. Integración logística en áreas rurales</p> <p>3.2.2.1. Estrategias para conectar áreas rurales con centros de distribución.</p> <p>3.2.2.2. Uso de transportes refrigerados para el traslado de productos perecederos.</p>



7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Principios de Refrigeración y Conservación de Productos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">Comprender los principios de la refrigeración y su importancia en la conservación de productos perecederos. <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">Definir y analizar el impacto de la temperatura en la conservación de productos agroindustriales.Evaluar la relación entre la humedad relativa y la calidad de los productos perecederos.Comparar diferentes sistemas de refrigeración y su eficiencia energética en función del clima.Identificar las necesidades específicas de conservación para productos agrícolas, cárnicos y lácteos.Proponer soluciones adaptadas a las condiciones climáticas regionales que mejoren la conservación	<ul style="list-style-type: none">Investigar los conceptos de temperatura y su influencia en la conservación, elaborando un informe que incluya ejemplos de productos agroindustriales.Realizar un experimento sobre humedad relativa, midiendo y registrando los efectos en la conservación de diferentes productos agrícolas.Elaborar un cuadro comparativo de los tipos de sistemas de refrigeración y su eficiencia energética en diversos climas.Desarrollar una presentación sobre las necesidades específicas de refrigeración para productos lácteos, cárnicos y agrícolas, incluyendo normativas sanitarias.Realizar un análisis de caso sobre la adaptación de sistemas de refrigeración a condiciones climáticas regionales específicas.

2. Gestión de Inventarios en Cadena Fría	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">Implementar prácticas efectivas de gestión de inventarios en entornos de cadena fría. <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">Aplicar el método FIFO en la gestión de productos perecederos, identificando sus ventajas y desafíos.	<ul style="list-style-type: none">Realizar un estudio de caso sobre la implementación del método FIFO en un almacén refrigerado, evaluando sus resultados.Diseñar un plan de acción para implementar el método FEFO en un entorno de trabajo real.Investigar software especializado en la gestión de inventarios en cuartos fríos y presentar sus características y ventajas.



<ul style="list-style-type: none">• Implementar el método FEFO para mejorar la rotación de productos en almacenes refrigerados.• Utilizar herramientas tecnológicas para el control y monitoreo de inventarios en cuartos fríos.• Desarrollar un sistema de trazabilidad utilizando tecnología RFID para productos refrigerados.• Cumplir con las normativas de trazabilidad en la gestión de productos perecederos.	<ul style="list-style-type: none">• Crear un prototipo de sistema de trazabilidad utilizando tecnología RFID y presentar sus beneficios en la cadena de frío.• Analizar las normativas de trazabilidad y elaborar un manual para su aplicación en productos perecederos almacenados en frío.
---	---

3. Áreas Agroindustriales y su Impacto en la Logística de Almacenamiento	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Analizar la influencia de la producción agroindustrial en la logística de almacenamiento y distribución. <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Identificar las características de los productos agroindustriales que requieren almacenamiento en frío.• Evaluar las necesidades logísticas y de transporte para productos agroindustriales perecederos.• Analizar la infraestructura disponible para el almacenamiento en frío en la región.• Estudiar el impacto del clima en la conservación y distribución de productos perecederos.• Proponer soluciones tecnológicas para mejorar la logística de cadena fría en función de las condiciones climáticas.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar los principales productos agroindustriales de la región que requieren almacenamiento en frío y presentar sus características.• Desarrollar un análisis de las necesidades logísticas y de transporte para productos perecederos en la región.• Realizar un estudio sobre la infraestructura de almacenamiento en frío disponible en la región y sus capacidades.• Crear un informe sobre los factores climáticos que afectan la eficiencia logística en la conservación de productos.• Proponer un proyecto que implemente soluciones tecnológicas para mitigar el impacto del clima en la cadena de frío.



8. Práctica(s)

- **Durante la materia el alumno podrá realizar prácticas tales como:**
 - **Unidad 1: Principios de Refrigeración y Conservación de Productos**
 - A. Práctica 1: Medición de Temperatura y Humedad**
 - **Objetivo:** Evaluar la influencia de la temperatura y la humedad en la conservación de productos.
 - **Descripción:** Los estudiantes utilizarán termómetros y higrómetros para medir la temperatura y humedad en diferentes condiciones de almacenamiento. Luego, se seleccionarán diferentes productos perecederos para observar y registrar su estado durante una semana.
 - **Resultados Esperados:** Un informe que detalle las variaciones de temperatura y humedad y su impacto en la calidad de los productos.
 - B. Práctica 2: Simulación de Sistemas de Refrigeración**
 - **Objetivo:** Conocer los distintos sistemas de refrigeración y su funcionamiento.
 - **Descripción:** Los estudiantes participarán en una simulación de diferentes sistemas de refrigeración (mecánica y criogénica) y analizarán su eficiencia energética en diferentes climas.
 - **Resultados Esperados:** Un análisis comparativo de la eficiencia energética de cada sistema bajo distintas condiciones climáticas.
 - C. Práctica 3: Evaluación de Materiales Aislantes**
 - **Objetivo:** Comparar la eficacia de diferentes materiales de construcción en términos de aislamiento térmico.
 - **Descripción:** Los estudiantes realizarán un experimento en el que colocarán diferentes materiales aislantes en condiciones controladas y medirán la temperatura interna durante un periodo de tiempo.
 - **Resultados Esperados:** Un informe que compare la eficacia de cada material y sus aplicaciones en almacenes refrigerados.
 - **Unidad 2: Gestión de Inventarios en Cadena Fría**
 - A. Práctica 4: Implementación de FIFO y FEFO**
 - **Objetivo:** Aplicar los métodos FIFO y FEFO en la gestión de inventarios.
 - **Descripción:** Los estudiantes simularán un almacén donde deberán organizar productos perecederos utilizando ambos métodos de gestión de inventarios, analizando sus ventajas y desventajas.
 - **Resultados Esperados:** Un análisis escrito sobre la efectividad de cada método en la gestión de productos perecederos.
 - B. Práctica 5: Uso de Tecnología RFID para Trazabilidad**
 - **Objetivo:** Comprender el uso de tecnología RFID en la trazabilidad de productos.



- **Descripción:** Los estudiantes trabajarán con etiquetas RFID para realizar un seguimiento de productos a lo largo de un proceso simulado de almacenamiento y distribución.
- **Resultados Esperados:** Un informe que incluya el proceso de implementación de RFID y su impacto en la eficiencia del manejo de inventarios.
- **Unidad 3: Áreas Agroindustriales y su Impacto en la Logística de Almacenamiento**
 - A. Práctica 6: Estudio de Caso de Producción Agroindustrial**
 - **Objetivo:** Analizar la influencia de la producción agroindustrial en la logística de almacenamiento.
 - **Descripción:** Los estudiantes seleccionarán un producto agroindustrial específico y realizarán un estudio de caso que incluya su ciclo de vida, requisitos de almacenamiento y distribución.
 - **Resultados Esperados:** Un informe detallado que presente los hallazgos del estudio de caso y sus implicaciones logísticas.
 - B. Práctica 7: Impacto Climático en la Conservación de Productos**
 - **Objetivo:** Evaluar cómo los factores climáticos afectan la logística de almacenamiento.
 - **Descripción:** Los estudiantes investigarán cómo diferentes condiciones climáticas afectan la conservación y distribución de productos en su región, y propondrán estrategias para mitigar estos impactos.
 - **Resultados Esperados:** Presentación de propuestas que aborden cómo mejorar la logística en función de los factores climáticos analizados.

9. Proyecto de asignatura

- **Proyecto Final: Diseño y Planificación de un Almacén Refrigerado para Productos Agroindustriales**
 - **Objetivo del Proyecto:** Diseñar un almacén refrigerado que optimice la conservación de productos agroindustriales en función de las condiciones climáticas y las necesidades específicas de los productos.
 - **Descripción del Proyecto:** Los estudiantes trabajarán en equipos para crear un proyecto integral que abarque el diseño, la planificación y la justificación de un almacén refrigerado. El proyecto incluirá la selección de productos, el análisis de requisitos de temperatura y humedad, la planificación del diseño del almacén y la consideración de aspectos logísticos y normativos.



○ **Fases del Proyecto**

A. Investigación y Selección de Productos

- Elegir dos o tres tipos de productos agroindustriales que requieran almacenamiento en frío (por ejemplo, frutas, verduras, productos lácteos, carnes).
- Investigar las necesidades específicas de temperatura y humedad de cada producto seleccionado.

B. Análisis Climático

- Evaluar las condiciones climáticas de la región donde se ubicará el almacén.
- Identificar cómo el clima impacta la logística de almacenamiento y qué tecnologías se pueden aplicar para optimizar la conservación.

C. Diseño del Almacén

- Crear un diseño arquitectónico del almacén que incluya la disposición interna, el tipo de sistemas de refrigeración a utilizar (mecánica, criogénica, etc.), y los materiales de construcción que aseguren un buen aislamiento térmico.
- Incluir especificaciones sobre el lay-out, la distribución de productos y las rutas de trabajo dentro del almacén.

D. Planificación Logística

- Desarrollar un plan de gestión de inventarios utilizando métodos como FIFO y FEFO.
- Proponer el uso de tecnologías como RFID para la trazabilidad de productos.
- Incluir un plan de distribución que contemple la entrega eficiente de los productos desde el almacén a los puntos de venta.

E. Normativas y Sostenibilidad

- Investigar y presentar las normativas nacionales e internacionales que rigen la construcción y operación de almacenes refrigerados.
- Proponer soluciones sostenibles para el almacenamiento, como el uso de energías renovables (por ejemplo, paneles solares).

F. Presentación del Proyecto

- Cada equipo presentará su proyecto a la clase, incluyendo todos los aspectos mencionados anteriormente.
- Las presentaciones deberán incluir gráficos, planos, y justificaciones claras sobre las decisiones tomadas en el diseño y la planificación.

G. Resultados Esperados

- Un documento completo que incluya todos los análisis, diseños y justificaciones del almacén.
- Presentaciones creativas que reflejen la investigación y el trabajo realizado por cada equipo.
- Un enfoque en la sostenibilidad y la eficiencia en la logística de almacenamiento de productos agroindustriales.



H. Evaluación: La evaluación del proyecto se basará en:

- Claridad y viabilidad del diseño propuesto.
- Profundidad de la investigación y análisis de datos.
- Originalidad y creatividad en la presentación.
- Aplicación efectiva de los conceptos aprendidos en clase.

10. Evaluación por competencias

- **Evaluación diagnóstica al inicio del curso para confirmar la presencia de los aprendizajes previos necesarios.**
 - Evaluación formativa y continua durante el curso:
 - A. Evaluar el conocimiento conceptual a través listas de cotejo que evalúen reportes de investigaciones de conceptos.
 - B. Evaluar los productos de aprendizaje con la aplicación de listas de cotejo para reportes de prácticas,
 - C. Evaluar el desempeño en el aula a través de observación en actividades realizadas dentro del aula.
 - D. Evaluar la actitud del estudiante en el proceso educativo observando su comportamiento visible: trabajo colaborativo, responsabilidad, respeto a los demás, etc. Llevar un registro de observación. Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que incluya los productos, saberes, desempeños y actitudes a considerar para la calificación.
 - E. Evaluar el reporte y exposición de proyecto como evidencia del conocimiento y aplicación de los diferentes conceptos y herramientas propias de la materia

11. Fuentes de información

1. Mendoza Roca, C. Paternina-Arboleda, C. y Mendoza Roca, C. (2016). Manual práctico para gestión logística: envase y embalaje, transporte y cadena de frío, preservación de productos del agro: (ed.). Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.
2. Baker, D., Shepherd, A. W., Jenane, C., & da Cruz, S. M. (2013). Agroindustrias y desarrollo.
3. Casp Vanaclocha, Ana. (2004) Diseño de industrias agroalimentarias Colección Tecnología de alimentos Ediciones Mundi-Prensa, 2004
4. Errasti, A. (2011). Logística de almacenaje: diseño y gestión de almacenes y plataformas logísticas world class warehousing. España: Pirámide.
5. García Hurtado, M. (2014). Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas. INAE0209. España: IC Editorial.
6. Aragonés Mendoza, J. (2022) Almacenaje y expedición de carne y productos cárnicos. España: IC Editorial.



7. Cadena de frío: la cadena de valor, nuevos estándares de distribución en frío. (2009). España: Merial.
8. De la Haba Ruiz, M. (2015) Almacenaje y expedición de carne y productos cárnicos. (n.p.): Editorial Elearning, S.L.
9. Zhao, Y., Zhang, X., & Xu, X. (2020). Application and research progress of cold storage technology in cold chain transportation and distribution. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 139(2), 1419- 1434.
10. Muhammad, Firdaus M., Syah, M., Namasivayam, N., Amer, D. Food cold (2024) Chain Logistics and Management: A review of current development and emerging trends. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101343>
11. Pawar, K. S. (2018). *Cold Chain Supply Chain Management*. Reino Unido: Emerald Publishing Limited.
12. Sople, V. V. (2011). *Supply Chain Management: Text and Cases*. India: Dorling Kindersley (India)