

**DISEÑO DE GUÍAS PARA PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DE  
INVENTARIOS POR MEDIO DE TECNOLOGÍAS RFID, CB, GPS, SENSORES.**

**ANA MARÍA COLLAZOS RESTREPO  
ELIANA PATRICIA LÓPEZ CAICEDO**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2011**

**DISEÑO DE GUÍAS PARA PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DE  
INVENTARIOS POR MEDIO DE TECNOLOGÍAS RFID, CB, GPS, SENSORES.**

**ANA MARÍA COLLAZOS RESTREPO  
ELIANA PATRICIA LÓPEZ CAICEDO**

**Proyecto de Grado para optar por el título de  
Ingeniera Industrial**

**Directores del Proyecto:  
MCS. Ing. VÍCTOR JAVIER ESCALLÓN SANTAMARÍA**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2011**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Santiago de Cali, 25 de noviembre de 2011

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION.....	8
1. CONTROL DE INVENTARIOS POR MEDIO DE TECNOLOGIAS RFID, CB, GPS, SENSORES.....	9
1.1 TITULO.....	9
1.2 PROBLEMÁTICA.....	9
Descripción del problema:.....	9
1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA:.....	9
1.4 DELIMITACION Y ALCANCE:.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo general:.....	11
2.2 Objetivo del proyecto:.....	11
2.3 Objetivos específicos:.....	11
3. METODOLOGÍA.....	12
4. MARCO DE REFERENCIA.....	14
4.1 ANTECEDENTES.....	14
4.2 MARCO TEORICO.....	16
4.2.1 Control de inventarios.....	16
4.2.2 Dispositivos RFID.....	17
4.2.2.1 Historia.....	17
4.2.2.2 Componentes de un sistema RFID:.....	17
4.2.2.3 Funcionamiento:.....	21
4.2.2.4 Importancia del RFID en la cadena de abastecimiento, en los procesos de fabricación y en la distribución.....	22
4.2.2.5 Ventajas de RFID.....	24
4.2.2.6 Desafíos del RFID.....	25
4.2.3.1 Historia.....	26
4.2.3.3 Funcionamiento.....	27
4.2.3.4 Tipos de códigos de barras.....	28
4.2.3.5 Ventajas del código de barras.....	29
4.2.3.6 Futuro de los códigos de barras.....	29
4.2.4 GPS:.....	30

4.2.4.1 Composición.....	31
4.2.4.2 Funcionamiento:.....	33
4.2.5 Sensores .....	35
4.2.6 Aprendizaje activo .....	36
4.2.7 CDIO .....	39
4.3. APORTE INTELECTUAL .....	40
5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO .....	41
5.1. Recursos Disponibles.....	41
5.2. EQUIPO DE INVESTIGADORES.....	42
5.3 MATRIZ DE MARCO LOGICO.....	42
6. DISEÑO DE GUÍAS PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS POR MEDIO DE TECNOLOGÍAS RFID, CB, GPS, SENSORES.....	46
6.1 Observación detallada de distintos laboratorios ya existentes y otras referencias .....	46
6.1.1 Protocolo de visitas: .....	46
6.1.2 Realización entrevistas .....	47
6.1.2.1 Universidad Autónoma de Occidente:.....	47
6.1.2.2 Universidad Javeriana.....	50
6.1.2.3 Universidad Tecnológica De Pereira .....	52
6.1.2.4 Centro de distribución del Éxito.....	54
6.1.2.5 Colombina del Cauca .....	56
6.1.2.6 Línea Datascan. ....	57
6.1.3 Conclusiones de la información recolectada .....	59
6.2 Referenciación: guías de otras universidades.....	60
6.2.1 Materias donde serán aplicadas las prácticas.....	60
6.2.2 Diseño de las prácticas .....	60
6.3 Guías.....	61
6.4 Propuesta económica. ....	80
6.5 Seguimiento de la elaboración de las guías.....	82
7. Conclusiones y recomendaciones.....	83
7.1 Conclusiones.....	83
7.2 Recomendaciones.....	84
8. ANEXOS.....	87

8.1 GUIA DE LECTURAS PARA PREPARACION PREVIA DE LAS PRACTICAS DE LABORATORIO. ....	87
Bibliografía.....	107

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>PAG.</b>
Ilustración 1. Comparación tags activos y pasivos .....	18
Ilustración 2. Tags .....	19
Ilustración 3. Lectores.....	20
Ilustración 4. Antenas .....	20
Ilustración 5. Sistema de identificación por radiofrecuencia .....	21
Ilustración 6. Tipos de códigos de barras lineales .....	28
Ilustración 7. Tipo de códigos bidimensionales.....	29
Ilustración 8. Bokodes 1.....	30
Ilustración 9. Constelación de satélites alrededor de la tierra.....	32
Ilustración 10. Posición del receptor .....	33
Ilustración 11. Dispositivo de localización.....	34
Ilustración 12. Sensores .....	35
Ilustración 13. Laboratorio UAO.....	48
Ilustración 14. Laboratorio UAO.....	49
Ilustración 15. Laboratorio UAO.....	49
Ilustración 16. Comparación tags activos y pasivos .....	89
Ilustración 17. Constelación de satélites alrededor de la tierra.....	94
Ilustración 18. Posición del receptor .....	95
Ilustración 19. Dispositivo de localización.....	96
Ilustración 20. Sensores .....	97

## INTRODUCCION

Hoy en día los Ingenieros Industriales se ven enfrentados a diferentes retos, como lo son lograr un mejor manejo logístico y una administración adecuada de la cadena de abastecimiento. Es por esto que cada vez se necesita recurrir a diferentes tipos de tecnologías que nos brinden información en tiempo real, en búsqueda de mejorar la visibilidad a lo largo de la cadena, disminuir riesgos, conocer y servir mejor a los clientes, y disminuir costos. Otro de los retos para los Ingenieros Industriales es el control de inventarios ya que es uno de los mayores costos de logística.

Es por esto que la Universidad ofrece un amplio conocimiento sobre estos conceptos, debido a su importancia para la formación profesional, sin embargo, el estudiante no cuenta con espacios que le permitan confrontar estos conocimientos con la práctica. Por lo tanto es importante tomar medidas al respecto y mostrar que el programa está buscando mecanismos para combatir esta debilidad.

El programa de Ingeniería Industrial cuenta con una sala destinada para complementar los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas por medio de diferente software, permitiendo de este modo un mayor aprendizaje, sin embargo no se cuenta con tecnologías para el control de inventarios.

Por lo tanto, este proyecto brinda una propuesta que deja en evidencia la necesidad que hay hoy en día de contar con espacios que nos acerquen al mundo empresarial y así conocer las tecnologías existentes para un mejor manejo logístico. De esta manera tendremos mejores bases para poder enfrentarnos eficientemente al mundo empresarial.

Es por eso que se hace necesario, diseñar una guía con las prácticas en las cuales los estudiantes por medio del aprendizaje activo amplíen su conocimiento sobre el manejo de inventarios.



# **1. CONTROL DE INVENTARIOS POR MEDIO DE TECNOLOGIAS RFID, CB, GPS, SENSORES.**

## **1.1 TITULO**

Diseño de guías para prácticas para el control de inventarios por medio de tecnologías RFID, CB, GPS, sensores.

## **1.2 PROBLEMÁTICA**

El mundo cambia continuamente y cada día la necesidad del uso de nuevas tecnologías en las organizaciones incrementa. De esta situación surge la necesidad de encontrar la forma para preparar a los estudiantes de la Universidad Icesi para enfrentarse al uso de estas tecnologías dentro de un contexto real.

### **Descripción del problema:**

La necesidad de tecnologías para lograr un seguimiento en tiempo real de los inventarios de una organización y una cadena de abastecimiento inteligente, conduce a pensar que es necesario que los egresados de Ingeniería Industrial de la Universidad Icesi tengan competencias que les permitan enfrenarse a estas tecnologías en ambientes reales. Encontrar como lograr que los nuevos profesionales lleguen preparados para enfrentar esta situación es el problema del proyecto .Para ello se llevará a cabo el diseño de prácticas de control de inventarios por medio de dichas tecnologías, que permitan el acercamiento del estudiante a situaciones reales que contribuyan más tarde a un mejor desempeño laboral.

## **1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA:**

Cuando hablamos de la cadena de abastecimiento de las compañías se busca mejorar la visibilidad de estas, manejar riesgos, conocer y servir mejor a los clientes, disminuir costos y tener éxito en la globalización. Con el desarrollo de nuevas tecnología estos desafíos pueden ser solucionados y se podrá tener una cadena de abastecimiento inteligente.

Otro de los principales problemas a los que las empresas deben enfrentarse es al control de inventarios, ya que es uno de los mayores costos de logística después del transporte. Además, todas las empresas de cualquier sector presentan este problema ya sea del sector industrial, comercial o de servicios.

Al implementar un laboratorio de Ingeniería Industrial en la Universidad Icesi, podremos acercarnos al mundo empresarial para conocer las tecnologías existentes para un mejor manejo logístico. De esta manera nos proporcionará mejores bases para poder enfrentarnos eficientemente al mundo empresarial. Para lograr esto es necesario, además de tener el espacio físico del laboratorio; una guía con las prácticas adecuadas para que los estudiantes por medio del aprendizaje activo amplíen su conocimiento sobre el manejo de inventarios.

#### **1.4 DELIMITACION Y ALCANCE:**

El proyecto es de tipo pedagógico y será analizado con una investigación histórica, que abarca desde la aparición de los CB, el sistema RFID, GPS, y los sensores, hasta utilizar esta información para implementarlos en el laboratorio. Su desarrollo será llevado a cabo para la Universidad Icesi; se analizarán las diferentes tecnologías con sus principales características y componentes para obtener una conclusión final acerca del diseño de las guías; con un trabajo de campo realizado en Cali y su área de influencia.

Su contribución al sector y a la Universidad Icesi radica en brindar una guía para el aprendizaje de todos los estudiantes, que permita pasar de la teoría a la práctica, y de esta manera contribuya a la formación de mejores profesionales.

Las conclusiones obtenidas aportarán como resultado final las guías para prácticas para el control de inventarios por medio de estas tecnologías, que serán de utilidad para el laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general:**

Disminuir la brecha existente entre los Ingenieros Industriales y el mundo tecnológico, acercándolos a situaciones reales en las cuales es imprescindible el uso de distintas tecnologías para la solución de los problemas.

### **2.2 Objetivo del proyecto:**

Lograr que el estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Icesi tenga un acercamiento al control de inventarios por medio las tecnologías de RFID, CB, GPS, y sensores; mediante el desarrollo de prácticas de laboratorio que le permitan ver la aplicación de este tema en un contexto real.

### **2.3 Objetivos específicos:**

- Observación detallada de distintos laboratorios ya existentes y otras referencias.
- Referenciación de guías de laboratorio ya existentes en otras universidades.
- Formulación de una propuesta con las diferentes prácticas y guías.
- Validación de la propuesta.

### 3. METODOLOGÍA

Como el proyecto es de tipo pedagógico, se establecieron unos objetivos donde la meta proyectada es la elaboración de las guías para prácticas para el control de inventarios por medio de RFID, CB, sensores y GPS.

Los principales elementos del conocimiento que se abordaron son:

- Control de inventarios: es la base de nuestro proyecto, por lo cual debemos realizar una búsqueda de información acerca del concepto en sí y en la importancia que tiene este conocimiento en un ingeniero Industrial para su futuro profesional.
- RFID, CB, sensores y GPS: es la tecnología que brinda una captación automática de datos para tener un mejor control de inventario y mejorar la visibilidad de la cadena de abastecimiento, es por esto que se tuvo en cuenta para el diseño de las practicas
- Aprendizaje activo: dado que el proyecto es de tipo pedagógico y está enfocado al diseño de las prácticas del laboratorio de la Universidad Icesi, se debe tener en cuenta la filosofía de enseñanza, para esto se contó con la ayuda de las cartillas docentes preparadas por el Dr. José Hipólito González y el Dr. José Hernando Bahamón.

Para llevar a cabo el diseño de las guías y la recolección de las necesidades anteriormente nombradas se siguieron los siguientes pasos:

**3.1 Protocolo de visitas:** Para obtener información acerca de los laboratorios existentes, se realizaron consultas en cada una de las universidades de la ciudad para saber si tienen un espacio destinado para realizar prácticas de laboratorio similares a las que se quiere diseñar. Una vez verificados estos datos, se realizara un cuestionario de preguntas y se contactara a estas universidades para concretar la fecha de las visitas.

Posteriormente se buscaran las empresas que venden este tipo de tecnologías para que nos asesoren técnicamente y nos informen acerca de cuáles son sus clientes, de esta manera sabiendo que empresas son las que usan estas tecnologías nos dirigiremos a ellas para realizar una visita con el fin de conocer como controlan sus inventarios con estas tecnologías.

**3.2 Ejecución de visitas:** Se realizaran las visitas a los laboratorios, donde se conocerán estos espacios para así tener un punto de referencia, recopilando información sobre los métodos de desarrollo, equipos y materiales que utilizan. Posteriormente se visitarán las empresas y los vendedores.

**3.3 Protocolo de cierre:** Se documentaran los resultados obtenidos y se sacarán las conclusiones pertinentes.

**3.4 Recolección de prácticas:** Se recolectarán guías de laboratorio realizadas en otras universidades, con el fin de saber la forma de enseñanza. También se recolectaran las guías de laboratorio realizadas en algunas materias del pensum de Ingeniería Industrial, como lo son química, física, electrotecnia, electricidad y magnetismo.

**3.5 Análisis de las prácticas:** Se analizarán las prácticas recolectadas con el fin de conocer los aspectos importantes que deben tener las guías.

**3.6 Realización de las guías:** Teniendo en cuenta toda la información recolectada se analizará el estilo de las prácticas, es decir, qué es lo que deberían tener y como deberían estar diseñadas, para posteriormente realizarlas. Después se validaran las prácticas con los estudiantes, con el fin de conocer el punto de vista de ellos y de esta forma crear unas guías didácticas donde se pueda aplicar todos los conocimientos adquiridos en clase.

**3.7 Ajustes finales:** Tomando como base este mecanismo, se evaluarán los conceptos que deberían ser aplicados, se diseñarán y escribirán las prácticas dejando como entregable un documento que las contenga.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1 ANTECEDENTES

#### Otros proyectos de grado.

Para elaborar este proyecto de grado es importante tener en cuenta el trabajo que se ha realizado anteriormente por parte de los estudiantes de la universidad Icesi, el cual se encuentra plasmado en sus proyectos grado.

Se encontraron tres proyectos de grado realizados por estudiantes de ingeniería industrial, que tienen una alta relación con el presente proyecto:

- Levantamiento de requerimientos para el diseño del laboratorio de logística de la universidad Icesi. Realizado por Alejandro Mejía Zorrilla y Diego Mauricio Ossa Carvajal (2004).
- Diseño e implementación de un kit para prácticas de laboratorio de sistemas de control de procesos basados en PLC. Realizado por Stefanía Serna Quintero (2010).
- Diseño pedagógico y físico de un laboratorio de ingeniería industrial de almacenamiento y bodegaje para la universidad Icesi. Realizado por María Del Pilar Ballesteros González y Christian Francisco Santander Narváez. (2007).

#### ➤ **Levantamiento de requerimientos para el diseño del laboratorio de logística de la universidad Icesi.**

Este proyecto de grado nos presenta una problemática similar a la que se tiene en el presente proyecto, ya que nos habla de cómo la falta de un laboratorio de logística impide que los estudiantes puedan apreciar los conocimientos aprendidos en un ambiente que les permita ser más competitivos al momento de enfrentarse al mundo laboral.

En el marco teórico del proyecto se incluyen temas relevantes para el actual proyecto como lo son la cadena de abastecimiento, su relación con la logística, la tecnología de información como apoyo a la cadena de abastecimiento y dentro de este tema la captura automática de datos y su clasificación,

encontrándose buena información sobre RFID y códigos de barras, presentándose esta última clasificación de manera detallada, siendo así de mucha utilidad; además las otras clasificaciones son importantes también para nuestro estudio. También se incluye dentro del marco teórico todo lo relacionado con el aprendizaje activo de la Universidad Icesi, el cual es esencial a la hora de realizar las practicas que requiere el laboratorio.

Por último, los autores del proyecto muestran el procedimiento llevado a cabo para la construcción de prácticas: un diagrama de los pasos a seguir, como se hizo la construcción y validación de las dos prácticas que crearon y las dos prácticas terminadas.

➤ **Diseño pedagógico y físico de un laboratorio de ingeniería industrial de almacenamiento y bodegaje para la Universidad Icesi**

Este proyecto tiene en su marco teórico temas de importancia para el presente proyecto como lo son todo lo relacionado con la bodega, el aprendizaje activo de la universidad Icesi, sistemas de información donde se incluye RFID y códigos de barras; proporciona información relevante acerca de la parte pedagógica para poder realizar unas prácticas adecuadas para los estudiantes. Por último, pretende diseñar tanto física como pedagógicamente un laboratorio de ingeniería industrial donde los estudiantes puedan aplicar temas relacionados con almacenamiento y bodegaje.

➤ **Diseño e implementación de un kit para prácticas de laboratorio de sistemas de control de procesos basados en PLC.**

Este proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de prácticas de laboratorio para sistemas de control de procesos en PLC. Su aplicación va guiada además de a la ingeniería industrial a la ingeniería telemática, debido a la simultaneidad de la autora. La parte de ingeniería industrial muestra una investigación importante y un procedimiento bien estructurado acerca de la realización de las guías, el cual puede ser usado como referenciación.

## **4.2 MARCO TEORICO**

### **4.2.1 Control de inventarios**

Después del transporte los inventarios constituyen el principal componente de los costos totales de logística en la mayoría de las organizaciones, ya sea en el sector industrial, comercial o de servicios; de aquí radica la gran importancia de tener un buen control de inventarios.

De acuerdo con Vidal<sup>1</sup>, 2010, estos se generan ya que hay un desfase entre la producción y la demanda del cliente. Es por eso que es de vital importancia poder obtener información precisa en tiempo real sobre la demanda en el lugar de consumo para así facilitar la planeación de la producción. Existen otras estrategias para reducir este desfase, como es poder lograr la consolidación de los centros de distribución y las bodegas y estandarizar los productos para que las características finales del producto sean implementadas al recibir la orden, además es necesario buscar procesos colaborativos a lo largo de la cadena de suministro. Es importante tener en cuenta que las principales causas que originan la necesidad de tener un control de inventarios son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y el Lead time.

El principal error en cuanto a inventarios radica en que se definen teniendo en cuenta únicamente la demanda promedio, ocasionando un desbalance en el inventario ya que no se toma en cuenta la variabilidad de la demanda ni la variabilidad de los tiempos de reposición. Por esto se debe diseñar e implementar una estrategia adecuada para su control, donde se tengan unos buenos pronósticos de demanda, se estime el patrón, el promedio y la variabilidad, como también se debe tener una medición adecuada de los tiempos de reposición y su respectiva variabilidad. Por otro lado, se debe implementar la clasificación ABC para conocer cuáles son los productos más importantes que requieren de un mayor control.

Es importante definir cuáles son los lugares donde hay que mantener inventario dentro de la cadena de abastecimiento, como es el ciclo de vida del producto, la

---

<sup>1</sup> VIDAL, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali: editorial UV, 2010 p.(15-20)



naturaleza del proceso productivo, los aspectos administrativos del control de inventarios y los aspectos financieros relacionados con inventarios. Se requiere generar unos indicadores de eficiencia que consideren todas las variables de interés.

Uno de los factores claves para la optimización de costos es invertir más en los inventarios de seguridad de ítems con una mayor variabilidad mientras se reducen los costos de inventario de seguridad de los ítems con poca variabilidad.

## **4.2.2 Dispositivos RFID**

### **4.2.2.1 Historia**

Su primera aparición fue en 1942, cuando los británicos etiquetaban los aviones para saber cuáles eran de ellos. En 1960 se desarrollan tarjetas RFID con el fin de tener más seguridad en los materiales nucleares, pero solo en 1977 esta tecnología es transferida al sector público. En el 2002 el MIT trabaja en la estandarización de las etiquetas RFID de primera generación y en el 2004 ya aparece el estándar de segunda generación.

Es una tecnología aplicada a la captura automática de datos, que por medio de ondas de radiofrecuencia que deben estar sintonizadas a la misma frecuencia, transfiere información de un tag a un dispositivo de lectura/escritura para identificar de manera más sencilla un objeto, brindando información agregada. Gracias a esta tecnología se pueden manejar grandes volúmenes de información de hasta 200 lecturas por segundo con una mayor distancia, se puede aplicar en casi todos los medios y se pueden usar en diversas aplicaciones como la identificación de personas, animales o vehículos.

### **4.2.2.2 Componentes de un sistema RFID:**

#### **Etiquetas/Tags**

Dispositivo pequeño que puede ser adherido o incorporado a un vehículo, un contenedor, un pallet, un paquete o un ítem en una estantería. En él se almacena y transmite información hacia un lector utilizando ondas de radiofrecuencia, estas contienen un minúsculo microprocesador (chip semiconductor) y una pequeña antena de radio, aunque hay algunos que no contienen este microchip. Para su

utilización es necesario uno o más Tags y uno o más dispositivos de lectura/escritura.

Los tags se pueden clasificar de diversas maneras teniendo en cuenta su alimentación o su lectura/escritura:

- **Pasivos:** No requieren de una fuente de energía interna. La energía necesaria para acceder a la información contenida en la memoria del circuito integrado y transmitir información al lector, es brindada por el campo electromagnético que es creado por el lector. Son los más económicos y los de menor rango de comunicación, pero por su relación costo/beneficio son los más utilizados.
- **Activos:** Requieren una fuente de energía interna para enviar la señal al lector. Tienen una distancia de lectura amplia y una mayor capacidad de almacenar información, además pueden tener otras funcionalidades como sensores de temperatura, velocidad o movimiento, que pueden ser de gran utilidad en productos costosos o perecederos. Son los más caros del mercado pero tienen un retorno de la inversión en muchas aplicaciones. Un ejemplo de este tipo de tags es el sistema TeleTac que sirve para pagar el peaje sin tener que parar.
- **Semi-activos (= semi-pasiva):** la transmisión de información es del mismo modo que las etiquetas pasivas, sin embargo, requieren de una fuente de energía interna para realizar funciones adicionales como monitorear la temperatura o el movimiento. Contienen un rango o distancia de lectura más elevada que los pasivos.

La energía, batería o fuente de alimentación es uno de los principales factores que determina el costo y la vida del tag.

Tag Frequency	General Tag Type	Approximate			
		Range	Transmission Rates	Power Consumption	Cost
Low	Passive	< 1 m	1 – 2 kb/s	20 $\mu$ W	\$0.2 - \$1.0
High		1.5 m	10 – 20 kb/s	200 $\mu$ W	\$1 - \$10
Ultra High	Active	10 – 30 m 20 – 100 m*	40 – 120 kb/s	0.25 – 1.0 W	\$10 - \$30

\* with battery-powered tags

Ilustración 1. Comparación tags activos y pasivos

**Fuente:** integrating the supply chain with RFID: a technical and business analysis, Zaheeruddin Asif y Munir Mandviwalla, Temple University

Los tags RFID tienen diversas formas y tamaños dependiendo del entorno donde se utilizaran. También están encapsulados en diferentes tipos de material como el plástico (PVC) o botones cuando se requiere mayor durabilidad o se utilizan en ambientes hostiles. También pueden estar insertados en tarjetas de plástico como las de crédito (“contactless, Smart cards”), o láminas de papel (similar a los códigos de barra “smart labels”). Cuando se utilizan en ambientes corrosivos o líquidos se encapsulan en cristal o cerámica.

Los tags tienen diferentes tipos de memorias, una es la anticollisión que permite conocer cuándo debe transmitir la información para no dificultar o molestar otras lecturas. Hay una memoria de solo lectura, la cual lee la identificación y la otra es de lectura y escritura, permitiendo cambiar la identificación. Algunos tags pueden encriptar la información en la comunicación, y otros solo responden a lectores que les proporcionan un password secreto.



Ilustración 2. Tags

**Fuente:** [www.qualtechnetworks.com](http://www.qualtechnetworks.com)

**Lectores:** leen los tags RFID y comunican los códigos con el sistema de alto nivel (Middleware o ERP).



Ilustración 3. Lectores

Fuente: [www.infineon.com](http://www.infineon.com)

**Antenas:** son las que permiten la comunicación entre el lector y el tag, irradiando la señal RF. Vienen en diferentes formas, su tamaño puede variar ente menos de un centímetro cuadrado hasta varios metros cuadrados. Hay dos tipos de antenas, la antena de polarización circular la cual emite y recibe ondas de radio de todas las direcciones y la antena lineal polarizada, la cual tiene un mejor trabajo en una dirección, logrando un mayor rango de operación. Las antenas de polarización circular, son menos sensibles al transmisor - receptor y a la orientación.



Ilustración 4. Antenas

**Fuente:** ASIF, Zaheeruddin et. al. Integrating the supply chain with RFID: a technical and bussiness analysis. Philadelphia: Temple University, 2005. P.12

**Software Middleware:** permite la transmisión de datos de los tags desde los dispositivos lectores hasta las aplicaciones finales del cliente. Se encarga de la monitorización, la gestión de los datos y de los dispositivos; como también del filtrado de duplicados y la depuración de errores.

Un middleware complejo debe ser capaz de transformar los datos de todo tipo de dispositivo AIDC (RFID, código de barras, GPS, satélite, sensores) y redirigirlos a aplicaciones o redes de cualquier tipo, para así comprender y utilizar datos en tiempo real.

**Impresoras/codificadoras:** permiten grabar información en el chip del tag e imprimirlo con un código de barras. Esta información puede ser verificada.

#### 4.2.2.3 Funcionamiento:

El lector envía una señal que es recibida por todos los tags sintonizados a la misma frecuencia presentes en el campo de RF, los tags seleccionados envían los datos almacenados al dispositivo de lectura/escritura que recibe a través de su antena la señal del tag, la decodifica y transfiere los datos a un host.

Los sistemas de RFID tienen unas variables críticas que son: el rango de frecuencia de la comunicación, el tamaño de la información, la velocidad de la comunicación, la forma física del tag, la habilidad del sistema para comunicarse “simultáneamente” con múltiples tags, y la robustez de la comunicación respecto a la interferencia debida al material en el camino entre el lector y el tag.

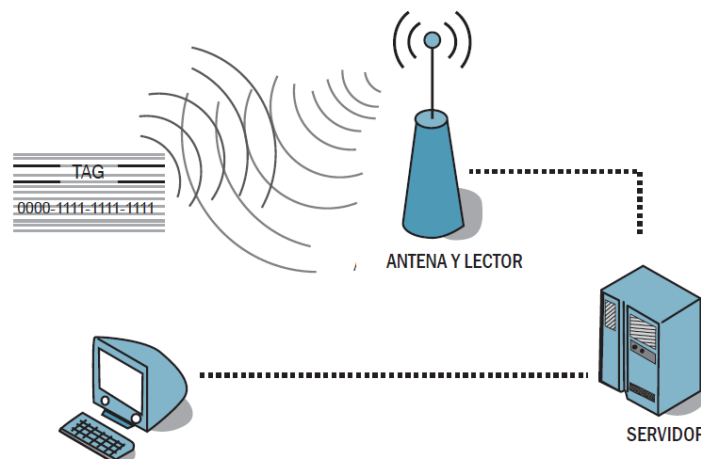


Ilustración 5. Sistema de identificación por radiofrecuencia

**Fuente:** Nuevas tecnologías: sistema de identificación por radiofrecuencia RFID. Buenos Aires. Diciembre, 2007, vol.2. ISBN 978-987-24110-3-9.

Existen varios tipos de frecuencia que determina el alcance de la RFID, la resistencia a las interferencias y otros parámetros del rendimiento.

**Low Frequency (LF 125 KHz):** Es utilizada cuando hay distancias de lectura corta de unos pocos centímetros y no existe la presencia de líquidos o metales.

**High Frequency (HF 13.56 Mhz):** su rango de lectura cubre una distancia menor a 2m y es influida por la presencia de metales.

**Ultra High Frequency (UHF 860-960 Mhz):** es utilizada cuando se requiere identificar un gran número de etiquetas al mismo tiempo y a una gran distancia. Está influida por la presencia de metales y líquidos.

**Microwave (MW 2.45 Ghz):** es utilizada cuando se requieren etiquetas activas, que permiten una gran distancia de lectura y una alta velocidad de transferencia de datos.

#### **4.2.2.4 Importancia del RFID en la cadena de abastecimiento, en los procesos de fabricación y en la distribución.**

Cuando hablamos de la cadena de abastecimiento, las compañías buscan mejorar la visibilidad de estas, manejar riesgos, conocer y servir mejor a los clientes, disminuir costos y tener éxito en la globalización. Con el desarrollo de nuevas tecnología estos desafíos pueden ser solucionados y podremos tener una cadena de abastecimiento inteligente.

Además, hoy en día las compañías no solo requieren la información dada en tiempo real sino que también necesitan que esa recolección de datos atraviese la cadena de abastecimiento. Es por esto que la base para una cadena de abastecimiento inteligente se encuentra en la identificación por radiofrecuencia (RFID), con la cual se identifica un contenedor o su contenido mientras avanza por la planta, durante el transporte, y finalmente cuando es vendido al minorista.

Sin embargo, en un estudio realizado por IBM se demuestra que los empresarios no tienen la visibilidad que desean; en este estudio se les pregunto a 400 ejecutivos de diferentes partes del mundo si sus compañías tenían visibilidad en tiempo real de sus cadenas de abastecimiento; solamente 15 por ciento de los ejecutivos contestó que sí. "El 75 por ciento dijo que tienen "de alguna manera" visibilidad en tiempo real" dice Butner, Líder global del instituto IBM para el valor

del negocio; "mientras que el 10 por ciento restante indicó no tener ninguno; además el 70 por ciento de éstos encuestados divulgó que el desafío de la visibilidad en tiempo real afecta sus cadenas de abastecimiento a un grado significativo o muy significativo."<sup>2</sup>

Según IBM<sup>3</sup>, las tecnologías que brindan una mejor visibilidad de la cadena de abastecimiento son el RFID, los sensores y el GPS ya que permiten recoger y entregar datos en tiempo real con respecto a cada fase de la cadena.

Por otro lado, esta tecnología permite la automatización de los procesos de captura de datos en la fabricación y en la distribución, ofreciendo una base de datos portátil que funciona en todo el ciclo de vida del producto guardando los datos genealógicos del producto, las actualizaciones, y los ajustes una vez comercializado. Al tener este historial completo adjunto al producto, se puede minimizar el riesgo de garantía.

En cuanto a la administración de Inventarios, el RFID facilita enormemente todo el control de este, pues permite realizar un recuento cíclico rápido y preciso, permite la renovación automática de pedidos, elimina la pérdida de actividad, reduce o elimina el inventario, optimiza el espacio y reduce los costos.

Esta tecnología implica una mejora en los tiempos de inventario reduciendo de este modo el STOCK y facilitando las decisiones de producción en función de los pedidos y de la materia prima almacenada; con esto los espacios son utilizados para la producción en sí y no para el almacenaje.

Según el Institute of Technology Management, Chiao-Tung University<sup>4</sup>, el RFID es una tecnología con un gran potencial que ayuda al manejo de una cadena de abastecimiento global. Es por esto que la cadena minorista más grande del mundo Wal-Mart en enero del 2005 empezó a utilizar RFID con el fin de tener una mayor eficiencia en el seguimiento de la mercancía a lo largo de su cadena de suministro. También busca reducir la mano de obra, los costos de inventario y limitar el número de faltantes. El poder adquisitivo y la influencia sobre sus

---

<sup>2</sup> RFID: journal the world's RFID authority: RFID, tecnologías sensoriales pueden construir cadenas de abastecimiento más inteligentes. Artículo 4763, p.1

<sup>3</sup> Ibid., p.1-3

<sup>4</sup> NIEN, Chu wu et. al. Challenges to global RFID adoption. Taiwan:Chia-lung University,2006 p.1

proveedores, hace que Wal-Mart sea la fuerza motriz para impulsar la adopción a nivel mundial de los sistemas RFID.

Teniendo en cuenta los estudios realizados por Zaheeruddin Asif y Munir Mandviwalla<sup>5</sup> (2005), el Departamento de Defensa de EE.UU con 43.000 proveedores quiere reducir por medio del RFID las pérdidas ocasionadas por la falta de información, ya que para el 2003 se generó una diferencia de 1,2 billones de dólares entre el material enviado y el material recibido en Irak.

#### **4.2.2.5 Ventajas de RFID**

Esta tecnología tendrá un gran crecimiento en los próximos años gracias a sus diversas ventajas; como son las diferencias entre el código de barras y el RFID, pues este no necesita un contacto directo con un escáner, por lo tanto no es necesario pasar uno a uno todos los productos por un lector; además se pueden leer a través de distintos materiales, permitiendo saber cuántos productos hay en una caja y qué tipo de producto es sin necesidad de abrirla.

Tienen gran capacidad de almacenar información y de transportarla, lo que hace posible tener datos que son de suma importancia para obtener un seguimiento total del producto a lo largo de la cadena, además esta información puede ser actualizada cuando sea necesario.

Brinda una identificación instantánea, proporcionando mayor rapidez en el servicio, brindando una mayor velocidad y precisión; además puede capturar señales de varios tags a la vez aumentando significativamente la velocidad del flujo de la información. También tienen una gran resistencia a ambientes hostiles con temperaturas extremas y humedad.

Su empleo puede ayudar a reducir el número de pérdidas y robos, a planificar el inventario, a organizar los pedidos y, en resumen, a lograr una mayor eficiencia y rapidez en el trabajo. Las empresas podrán controlar al detalle todos sus productos: no sólo dónde están, sino en qué condiciones se encuentran.

---

<sup>5</sup> ASIF, Zaheeruddin et. al. Integrating the supply chain with RFID: a technical and bussiness analysis. Philadelphia: Temple University, 2005 p.2



Algunas de estas ventajas se aprecian con el ejemplo presentado por Zaheeruddin Asif y Munir Mandviwalla <sup>6</sup>(2005) ,donde nos muestra que una prueba realizada en el Reino Unido por Marks & Spencer, comparó los códigos de barras con el RFID y vieron que se requerían 17.4 minutos para leer 36 cajas con los códigos de barras, mientras que se requerían tan solo 3 minutos para leer 3.500.000 cajas con etiquetas RFID, hubo una reducción del 83% en tiempo de lectura. A pesar de las enormes ventajas que ofrece, el RFID no ha tenido un gran crecimiento en el mercado por sus costos, aun cuando estos han venido bajando poco a poco, teniendo en cuenta además que en Europa existe una escasez de espectro radioeléctrico.

Las compañías deben compara el costo de leer sus producto con códigos de barras y con RFID, teniendo en cuenta la amortización de los lectores e impresoras/codificadoras, el precio de los tags y el valor de la mano de obra; como también el elevado ciclo de vida de los tags y la reutilización de estos, para ver si la diferencia en los costos es tan alta comparada con los beneficios obtenidos. Además se debe tener en cuenta el ROI que es el retorno de la inversión ,pues con el RFID se ofrecen más y mejores servicios que le reportarán más ingresos a las compañías.

#### **4.2.2.6 Desafíos del RFID**

De acuerdo con el Institute of Technology Management Chiao-Tung University<sup>7</sup>, existen ciertos retos que deben asumir los diseñadores de estas tecnologías para que su aplicación llegue a hacer de uso mundial, teniendo en cuenta ciertas actitudes que son necesarias para hacer frente a los desafíos.

Uno de los desafíos son los efectos de los materiales en la antena patrón, pues las ondas de radio se reflejan y se refractan de manera diferente por los distintos materiales donde se coloca el tag, por ejemplo si las ondas de radio se propagan hacia el líquido, una gran parte de la energía de radio será refractada en el líquido; si las ondas de radio pasan sobre el metal, una gran

---

<sup>6</sup> Ibid., p.13.

<sup>7</sup> NIEN. Op. cit., p.2

parte de la energía de radio será reflejada. En ambos casos, habrá degradación de la señal e interferencia en la calidad de la recepción de la información.

Por otro lado tenemos que la orientación de la antena afecta la recepción de las ondas, por ejemplo si el tag está perpendicular al lector no se puede recibir la señal de radio o si existen obstáculos entre el tag y la antena se disminuye la intensidad de la señal bajando de este modo el rango de lectura. Otro grave problema es la colisión causada por la transmisión simultánea, es decir interferencias en el receptor.

### **4.2.3 Código de barras**

#### **4.2.3.1 Historia**

Antes de los códigos de barras, existían las tarjetas perforadas, que fueron desarrolladas en 1890 para la realización del censo americano. En 1932 Wallace Flint, estudiante de Harvard, realiza su tesis describiendo un supermercado en donde los clientes perforaban las tarjetas teniendo en cuenta los productos que querían comprar, y en la caja introducían la tarjeta en un lector que activaba la maquinaria que llevaba los productos seleccionados desde el almacén al cliente, generando de esta forma la cuenta para el cliente y la actualización del inventario.

En 1948, Bernard Silver y Norman Joseph Woodland realizan códigos de barras lineales, basándose en elementos de dos tecnologías ya establecidas: Las pistas de audio de las películas y el código Morse.

Por otra parte David J. Collins, llevo a cabo la implementación de un aparato que leía barras de colores rojo, azul, blanco y negro identificando los vagones de ferrocarriles. Collins vio otras aplicaciones por lo cual funda la empresa Computer Identic, empezando a utilizar un fuente de luz de laser de helio-neón, y en 1969 se instalaron las dos primeras unidades en una fábrica de General Motors.

En 1969, la Asociación Nacional de Cadenas de Alimentación (NAFC), encargo a Logicon Inc, la creación de un sistema de códigos de barras, basándose en estos resultados formaron un Comité que desarrollo un código de 11 dígitos para identificar cualquier producto.

En abril de 1973, la asociación NAFC, selecciono el código UPC (Universal Product Code) de IBM, como el estándar, inventado por George J. Laurer.

Poco a poco, las ventas de lectores de códigos de barras se hacían más fuertes, pues en 1978, menos del 1% de las tiendas en Estados Unidos disponían de lectores y para 1981 ya era de un 10%, y tres años más tarde era de un 33%.

#### **4.2.3.2 Componentes de un sistema de código de barras**

Para el funcionamiento de los códigos de barras se deben tener impresos los códigos, por lo cual es necesario una Impresora de Etiquetas y un sistema de código de barras.

Para la lectura del símbolo son necesarios los lectores, que incluyen un emisor de luz, el scanner y el decodificador, que transforma la señal eléctrica procedente del scanner en los códigos ASCII. Existen tres tipos: Lectores láser, Lectores CCD y Lectores Omnidireccionales o de manos libres.

Es necesario un dispositivo que registre la captura del dato que generen los lectores. Para ello se pueden conectar a una computadora o a una terminal portátil y por ende se requiere de un software con la aplicación que usted necesite.

El scanner es la parte optoelectrónica del dispositivo que transforma la imagen óptica del código de barras en señales eléctricas.

#### **4.2.3.3 Funcionamiento**

El funcionamiento de un sistema de código de barras es sencillo, solo se debe apuntar el scanner hacia el código y el dato es leído en el computador

Los códigos de barras se leen al proyectar un haz de luz sobre el código de barras impreso, o también al tomar una foto digital del mismo y decodificarla por medio de un software.

Esta luz proyectada sobre el código tiene diferentes intensidades dependiendo de si es barra negra (absorbe luz) o es espacio blanco (refleja luz). La intensidad de luz es medida por un fotodiodo que genera una onda que representa el ancho de las barras negras y de los espacios blancos. Esta onda es un duplicado exacto del código leído, por lo cual se decodifica obteniéndose los caracteres ASCII, que representa el código.

#### 4.2.3.4 Tipos de códigos de barras

**Códigos lineales o de una dimensión:** utilizan barras y espacios a lo largo de una línea. Pueden admitir solo números o números y letras, hay otros que son de longitud fija. Según Data Code<sup>8</sup>, estos códigos pueden contener hasta 16 caracteres alfanuméricos. En el caso de un código UPC se tiene el número de identificación de fabricante y el número de artículo.

Código	Descripción	Utilización
UPC	Universal Product Code	Comercio Minorista EEUU
EAN	European Article Numbering	Distribución Europea
Código 39	Creado en 1974	Industria
Código 128	Creado en 1981	Industria
Entrelazado 2 de 5		Paquetería

Ilustración 6. Tipos de códigos de barras lineales

**Fuente:**

[http://www.bluescan.com.es/bluescan/www/tipos\\_de\\_codigos\\_de\\_barras.html](http://www.bluescan.com.es/bluescan/www/tipos_de_codigos_de_barras.html)

**Códigos bidimensionales:** es utilizada cuando se requiere un mayor volumen de información y se requiere una lectura rápida. Esta tecnología representa los caracteres en dos dimensiones, codificándose la información según la anchura y la altura de cada símbolo. Se utilizan distintos patrones gráficos, como cuadrados, hexágonos, o puntos. Son utilizados como una copia de seguridad de la franja magnética en estado de los controladores de licencia.

---

<sup>8</sup> <http://www.datacode.com.mx/codigo-de-barras.html>

Código	Descripción	Uso
PDF417	Portable Data File	Industria y Oficinas
DataMatrix	DataMatrix	Postal, Farmacia
Maxicode	Creado por UPS	Transporte e Industria

Ilustración 7. Tipo de códigos bidimensionales

**Fuente:** [http://www.bluescan.com.es/bluescan/www/tipos\\_de\\_codigos\\_de\\_barras.html](http://www.bluescan.com.es/bluescan/www/tipos_de_codigos_de_barras.html)

**Código de barras móvil:** es utilizado por medio de un celular con cámara que toma una foto de los códigos de barras 2D, descargando la información al teléfono.

#### 4.2.3.5 Ventajas del código de barras

El sistema de código de barras ofrece grandes beneficios ya que proporciona un mejor servicio al cliente, una eficiencia operativa, y brinda información clave para la toma de decisiones. Además, tiene diversas aplicaciones como: el control de mercancía, de inventarios, de calidad, de producción, de acceso, de activos fijos, de almacenes, de tiempo y asistencia. Como también la identificación de paquetes, la facturación, el rastreo de equipaje, el intercambio electrónico de datos (EDI), las entregas justo a tiempo etc.

Por otro lado, la captura de datos es bastante rápida aproximadamente 300 lecturas por segundo, son muy exactas pues se generan mínimos niveles de error, es fácil de implementar por el operador, su precio es asequible, hay un ahorro de tiempo en los procesos de captura de datos como en los costos de personal haciéndolo optimo en cuanto al costo beneficio.

#### 4.2.3.6 Futuro de los códigos de barras

Los códigos de barras están avanzando hacia nuevas tecnologías. El MIT viene desarrollando unos códigos llamados Bokodes que es una alternativa holográfica, económica, que solo miden 3 milímetros de ancho, pero que es capaz de almacenar cientos de bits. Estos códigos permiten que la cámara sepa la

orientación del adhesivo, abriendo nuevas posibilidades en el campo de la realidad aumentada. Se compone de una capa, un lente y un pequeño LED (diodos de emisión de luz) que transmiten mucha más información y puede leerse desde grandes distancias. La información viene codificada con la luz y puede transmitir la información directamente a teléfonos celulares hasta a cuatro metros de distancia. Los propietarios de negocios pueden colocarlos en ventanas de almacén para transmitir información a los consumidores sobre promociones, menús, horas de almacén, cartelera, sinopsis y mucha más información.

Esta nueva tecnología presenta grandes ventajas, ya que puede almacenar muchísima más información para tiendas, almacenes y toda clase de establecimientos que los códigos de barras normales, y tienen la posibilidad de ser leídos por las cámaras de los teléfonos móviles.

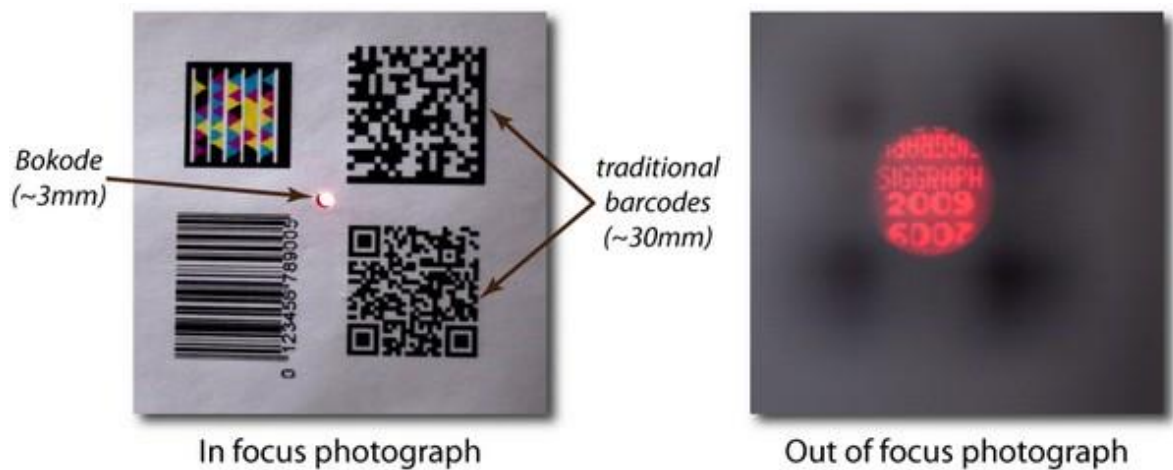


Ilustración 8. Bokodes 1

**Fuente:** <http://es.engadget.com/2009/07/28/bokodes-la-alternativa-holografica-del-mit-a-los-codigos-de-bar/>

#### 4.2.4 GPS:

El sistema de posicionamiento global (GPS), es un sistema que permite ubicar cualquier objeto o persona en el globo terrestre de manera inmediata, sin importar la hora, con un error de tan solo algunos metros. Es una herramienta de gran importancia para actividades profesionales, como lo son la marina, la defensa

nacional, la aviación, el seguimiento de vehículos, entre otras; pero se ha vuelto también una herramienta de uso común para actividades de ocio como lo son la pesca, las expediciones, diferentes competencias, para uso en los celulares, y para actividades comerciales, pues proporciona un medio de seguridad muy eficiente. Este sistema fue desarrollado por el departamento de defensa de los estados unidos en 1978, con el fin de superar las herramientas de posicionamiento existentes anteriormente, ya que se buscaba una mayor efectividad para obtener mejores resultados en sus operaciones, por lo tanto este sistema es controlado y financiado por la fuerza aérea de los estados unidos, la cual cuenta con el modo PPS (Precise Positioning System) para uso militar propio, el cual es muy preciso, mientras que los civiles pueden acceder al servicio GPS pero por medio del SPS (Estándar Positioning System), el cual es estándar, lo que indica una precisión en la ubicación menor. Un satélite puesto en el espacio cuesta 60 millones de dólares, mantener anualmente el sistema de satélites alrededor de 400 millones de dólares y mantener las estaciones de control 30 millones de dólares.

#### **4.2.4.1 Composición**

El sistema está compuesto por tres elementos, a los cuales se les llama segmentos:

- Segmento espacial: este segmento hace referencia los 24 satélites ubicados alrededor de la tierra a aproximadamente 20000 kilómetros de altura, los cuales emiten información continuamente las 24 horas del día para proporcionar la ubicación que se desee, ya sea una ubicación terrestre, aérea o marítima. Estos satélites están ubicados con una inclinación de 60 grados respecto al ecuador, formando 6 orbitas cada una de 4 satélites, y haciendo cada satélite una revolución cada 12 horas. Cada uno de los satélites transmite un mensaje indicando su posición orbital y la hora exacta de generación del mensaje, además se transmite también un almanaque que permite ubicar los demás satélites a partir de la ubicación de uno solo. Este conjunto de satélites pertenece al bloque II, y cuentan con cuatro relojes atómicos, dos de cesio y dos de rubidio, los cuales son relojes de alta precisión, que les permiten a los satélites estar sincronizados aun después de 14 días de no haber tenido

contacto alguno con las estaciones terrenas<sup>9</sup>; en caso de que haya alguna falla o accidente con estas estaciones , se acude al bloque IIA, el cual puede permanecer 6 meses sin tener contacto con la tierra y seguir sincronizado ; pero después de este tiempo ocurriría un descuadre, por lo cual existe otro bloque que es el IIR, el cual puede aguantar mucho más tiempo en esta situación.

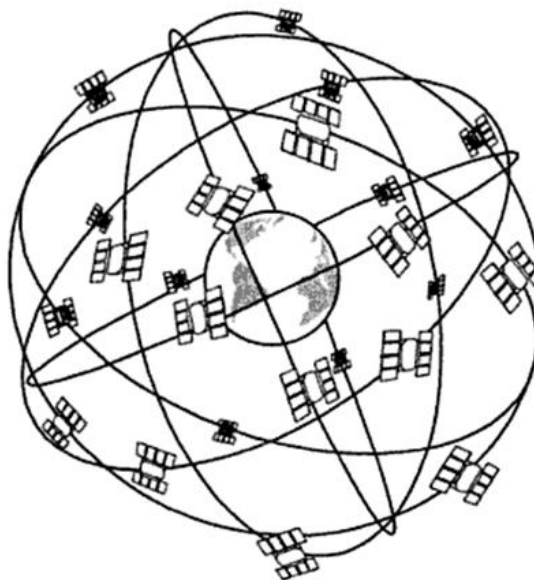


Ilustración 9. Constelación de satélites alrededor de la tierra

**Fuente:** CORREIA, Paul. Guía práctica del GPS. Barcelona: Marcombo Editores, 2002 p.9

- Segmento de control: son las estaciones terrenas para el control y mantenimiento de la constelación de satélites. La estación maestra de control está ubicada en la base aérea de falcón colorado y hay cinco estaciones más ubicadas en la isla de Ascensión (Atlántico Sur), la isla de Diego García (Océano Índico), Kwajalein (Pacífico Occidental), Hawái (Pacífico Oriental) y Colorado Springs (EEUU), y una estación central de reserva, ubicada en Sunnivala (California).

---

<sup>9</sup> CORREIA, Paul. Guía práctica del GPS. Barcelona: Marcombo Editores, 2002 p.10



- Segmento del usuario: este segmento está conformado por la antena receptora y el receptor GPS, el cual realiza los cálculos para darle al usuario las coordenadas de la ubicación; estos receptores se encuentran en el mercado, el usuario lo elige de acuerdo a varias consideraciones como la precisión deseada y el uso.

#### 4.2.4.2 Funcionamiento:

El proceso que realiza el GPS para encontrar una ubicación inicia cuando se pone en marcha el receptor, en este momento se carga la información orbital de los satélites (almanaque)<sup>10</sup>, lo cual dura aproximadamente 12, 5 minutos y puede aumentar o disminuir dependiendo de las condiciones. Después el receptor manda una señal al satélite para encontrarlo, el satélite transmite su posición exacta en el espacio con respecto a la tierra, y al mismo tiempo indica la hora exacta de dicha transmisión, de este modo se realiza una sincronización de los relojes del satélite y del receptor y una vez sincronizados se obtiene el tiempo que tarda en llegar el mensaje al receptor desde el satélite, y posteriormente la distancia entre los dos. Así, con la posición del satélite y la distancia se traza un círculo imaginario donde debe estar el receptor, con radio igual a la distancia encontrada, esto lo deben hacer tres satélites para que la intersección de los círculos de como resultado dos coordenadas (longitud y latitud) o cuatro satélites si se desea hallar también la altura.



Ilustración 10. Posición del receptor

---

<sup>10</sup> LETHAM, Lawrence. GPS fácil: uso del sistema de posicionamiento global. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2001 p. 16

**Fuente:** CORREIA, Paul. Guía práctica del GPS. Barcelona: Marcombo Editores, 2002 p.20

#### 4.2.4.3 Gps tracking devices

Los localizadores Gps, son dispositivos que permiten, como su nombre lo indica, localizar un objeto o persona deseado. El sujeto del cual se quiere tener un control, porta el dispositivo para que mediante este se obtengan las coordenadas de su ubicación en el momento necesario, y se envíen al servidor para ser procesadas y almacenadas y luego puestas a disposición del usuario por medio de un ordenador, un teléfono o celular o cualquier tipo de terminal que tenga la capacidad de conectarse al servidor que provee dicha información.

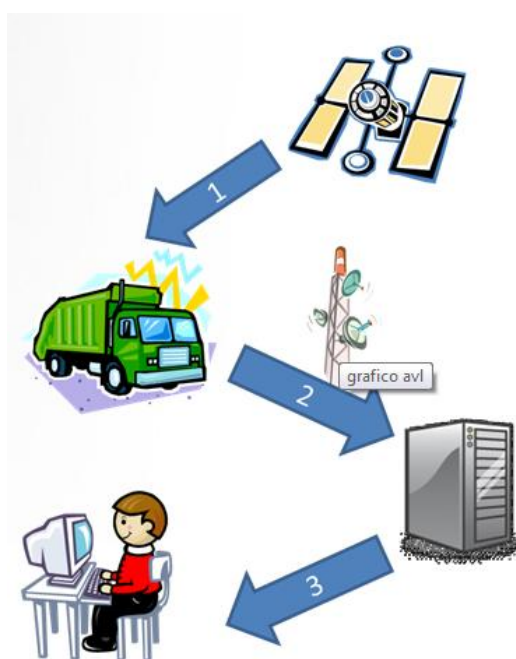


Ilustración 11. Dispositivo de localización

**Fuente:** [http://ecutrak.com/2010/?page\\_id=41](http://ecutrak.com/2010/?page_id=41)

Hay dispositivos de localización para personas, vehículos, mascotas y objetos; adaptado cada uno en su tamaño de acuerdo al objetivo y con baterías de larga duración, y además baterías externas con carga de hasta seis meses para casos en que sea necesario. Estos dispositivos permiten un seguimiento en tiempo real del objeto y un registro histórico de las rutas de los mismos, con el fin de tener un control estricto para evitar robos de los vehículos y pérdida de mercancía, o pérdida de mascotas o personas (niños, adultos mayores).

#### 4.2.5 Sensores

Un sensor es un dispositivo que permite convertir una variable de un tipo en otra de otro tipo, permitiendo de esta manera que sea detectada y por ende medible, para que con ella se lleven a cabo acciones de acuerdo al tipo de sensor.

Hay muchas formas de clasificar los sensores, se puede hacer de acuerdo al aporte de energía, la señal de salida, el modo de funcionamiento, o el tipo de relación entrada-salida.



Ilustración 12. Sensores

**Fuente:** <http://microcontrollersstuff.blogspot.com/2010/08/tarea-2-tipos-de-sensores-y-sus.html>

- Sensores pasivos: necesitan una alimentación externa para llevar a cabo su función
- Sensores activos: generan la señal sin alimentación externa
- Sensores de contacto: son los sensores más simples que se encuentran el mercado. Se activan al contacto con un objeto, siendo de gran utilidad para operaciones de seguridad.
- Sensores de fuerza: este tipo de sensores además de cumplir con la función de los sensores de contacto, determina la presión con la que se lleva a cabo dicho contacto.

- Sensores de presión: este tipo de sensor cuenta con elementos elásticos sensibles que perciben la presión produciendo un momento de flexión o deformación que luego se transforma en esfuerzo o desplazamiento.
- Sensores de proximidad: estos sensores permiten realizar una acción cuando un objeto se aproxima a ellos, es decir que no requieren de contacto directo para actuar. Son los más comunes y su aplicación se ve en actividades como las cintas transportadoras y el conteo de piezas. se dividen en inductivos, los cuales funcionan con un sistema de bobina y detectan objetos metálicos de acuerdo con la frecuencia de oscilación cuando se aproxima dicho objeto. Capacitivos, los cuales se usan para detectar un objeto no metálico, ya que como se explicó anteriormente para uno metálico es preferible usar un sensor inductivo; estos sensores funcionan con un oscilador de alta frecuencia, el cual a medida que el objeto se acerca, oscila más rápidamente hasta llegar a un límite que haga que se active el circuito disparador. Ópticos: este tipo de sensor convierte los rayos de luz en señales electrónicas que funcionan mediante un emisor y un receptor.

#### **4.2.6 Aprendizaje activo**

El aprendizaje activo es el proyecto educativo de la universidad Icesi. En términos generales se trata de “convertir a la universidad de un sitio de instrucción en un centro de estudio”<sup>11</sup>, esto con el fin de generar egresados que tengan competencias y valores que vayan más allá de los contenidos teóricos.

- Bases epistemológicas: la universidad Icesi asume una actitud diferente a lo que clásicamente ha sido el aprendizaje; el estudiante se dirige a un sitio de instrucción para que le enseñen, y el profesor de dicho sitio le enseña, es decir que lo principal es la enseñanza del profesor hacia el alumno y no el aprendizaje del alumno por sí mismo tomando al profesor como una herramienta de ayuda; así, el estudiante se vuelve pasivo ante la actitud activa del profesor, no se tiene en cuenta que cada estudiante es diferente, es decir, que las motivaciones y la forma de aprender es distinta en cada uno; no se tienen en cuenta herramientas didácticas sino que solo se considera la palabra como forma de enseñanza, y lo que ocurra fuera del aula de clase no se toma en cuenta para el aprendizaje del estudiante,

---

<sup>11</sup> Hipólito González Zamora. El proyecto educativo de la Universidad Icesi y el aprendizaje activo. Cali: Publicaciones Icesi, 2010 p.11

pues se cree que aporta muy poco o nada. Lo anterior describe una clase magistral, que logra quitarle al estudiante la posibilidad de construir su propio conocimiento, pues el estudiante le ha otorgado al profesor ese derecho que es suyo por naturaleza. De todo esto, se genera la necesidad de la universidad Icesi de hacer una transición hacia un nuevo modelo que le permita al estudiante ser dueño de la construcción de su propio aprendizaje.

- El planteamiento curricular macro: la estructura curricular de la universidad Icesi propone “un equilibrio entre la educación profesionalizante y la educación liberal”<sup>12</sup>, teniendo la educación liberal tres núcleos que son las ciencias físicas, naturales y exactas, las ciencias sociales, y las expresiones culturales y artísticas; se le da la opción al estudiante de que elija entre varias electivas tanto liberales como profesionalizantes y además ocho niveles de inglés, buscando así, el logro de profesionales íntegros.
- El aprendizaje activo: el aspecto clave para que el estudiante logre participar en su aprendizaje es la palabra activo. La palabra activo induce a hacer algunas reflexiones: el estudiante debe hacer cosas para el desarrollo de su aprendizaje y debe pensar que es lo que está haciendo, además no debe ver al profesor como esa persona que simplemente le enseña, sino como la persona que promueve la construcción de su aprendizaje; de lo anterior y pensando más a profundidad se obtiene una definición:

Para que exista aprendizaje activo los estudiantes deben hacer mucho más que simplemente oír; deben leer, cuestionarse, escribir, discutir, aplicar conceptos, utilizar reglas y principios, resolver problemas. El aprendizaje activo implica que el estudiante debe estar expuesto continuamente, bien sea por voluntad propia o porque la estrategia utilizada por el profesor así lo exige, a situaciones que le demanden operaciones intelectuales de orden superior: análisis, síntesis, interpretación, inferencia y evaluación<sup>13</sup>

De este concepto se ratifica la idea de que el estudiante debe hacer las cosas y pensar en lo que está haciendo. Cuando en el concepto de aprendizaje activo se habla de operaciones intelectuales de orden superior, se hace esta afirmación basándose en la taxonomía de Bloom<sup>14</sup>, que divide las operaciones intelectuales en dos grupos: de orden inferior, es decir el

---

<sup>12</sup> Ibid., p.16

<sup>13</sup> Ibid., p.18

<sup>14</sup> Ibid., p.19

conocimiento memorístico, la comprensión, y la aplicación; y de orden superior, es decir, la síntesis, la evaluación y la interpretación; que son las operaciones que se quiere que tenga un egresado de Icesi, junto con los valores, logrando así un punto importante a favor frente a otras universidades.

- Diseño y ejecución de estrategias para promover el aprendizaje activo en los estudiantes: para que el aprendizaje activo se promueva de manera exitosa en los estudiantes se deben tener en cuenta tres partes importantes; la primera es el compromiso por parte de los estudiantes, es decir, que ellos se hagan conscientes de que deben ser dueños activos de su aprendizaje; habrá una transición difícil para pasar del modelo clásico a este modelo; habrán estudiantes que pasen rápidamente por las ocho etapas de la escala de trauma<sup>15</sup>, mientras que a otros les será más difícil esta transición quedándose algún tiempo en algunas etapas de la escala. La segunda parte es los estilos de aprendizaje: el profesor debe reconocer que todos los estudiantes aprenden de distinta manera, pueden ser sensoriales o intuitivos, visuales o verbales, inductivos o deductivos, activos o reflexivos, y secuenciales o globales, es decir que hay varias combinaciones para un estudiante dado; entonces como debe un profesor actuar frente a sus estudiantes si hay tanta variedad, ¿debe el profesor preparar la clase tantas veces como estudiantes distintos hallan?; la respuesta es no, hay una lista de técnicas<sup>16</sup> que el profesor puede utilizar para lograr llegarle de manera exitosa a cada estudiante: motivar el aprendizaje, motivar un aprendizaje entre información concreta y conceptos abstractos, hacer un balance entre los métodos prácticos y el material de conceptos fundamentales, seguir el método científico cuando haya que presentar algún tipo de material, utilizar dibujos, esquemas y gráficos para la presentación de material verbal, utilizar el computador como apoyo para el aprendizaje, dar oportunidad para que los estudiantes durante la clase realicen trabajos en grupo, asignar ejercicios prácticos para que los estudiantes los realicen por fuera de la clase, implementar la información que se le da al estudiante con ejemplos de la vida real, y por último, hablarle a los estudiantes de los distintos estilos de aprendizaje, así el sentirá más confianza y esto le ayudara a construir sus propias estrategias para aprender. La tercera y última parte se refiere a las preguntas que debe

---

<sup>15</sup> Ibid., p.22

<sup>16</sup> Ibid., p.27

hacer el profesor a sus estudiantes para promover el aprendizaje activo; las preguntas deben ser claras, exactas, precisas, relevantes, profundas, amplias, es decir que se puedan ver desde varios puntos de vista, y lógicas; todo esto con el fin de que se generen buenas preguntas que logren llevar al estudiante a procesos que no requieran simplemente sustituir valores en formulas o repetir algo que se aprendió de memoria; sino un proceso que implique la utilización de las operaciones intelectuales de orden superior. La manera más adecuada de obtener una respuesta por parte de los estudiantes no es lanzar la pregunta al aire, para que el que quiera la responda o señalar alguien para que la responda; sino indicar que cada uno la responda individualmente y luego en parejas o grupos discutir la respuesta y llegar a un consenso para luego compartirlo con la clase.

#### **4.2.7 CDIO**

El CDIO es una iniciativa del marco educativo del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) ,y de otras 50 instituciones que buscan colaborar con la educación de los próximos ingenieros. Ellos dicen que una educación en ingeniería se adquiere durante un largo periodo y en una gran variedad de instituciones, por eso los educadores de todas partes pueden aprender de las prácticas en otros lugares, gracias a una plataforma donde se intercambian ideas y experiencias, y donde también se revisan los desarrollos académicos de cada una de las instituciones que han colaborado en esta.

Esta iniciativa busca producir profesionales líderes que beneficien a la sociedad al formarlos con los conocimientos, el talento, la experiencia, las habilidades y destrezas que caracterizan a los ingenieros de éxito. También se busca que sean técnicamente expertos, socialmente comprometidos, e ingeniosos en el emprendimiento, pues estos son aspectos esenciales para poder sostener la productividad, la innovación y la excelencia en un futuro basado en sistemas tecnológicos complejos. Para lograr esto, el MIT diseño un programa que se centra en Concebir-Diseñar-Implementar-Operar. De esta manera se cambió el contenido de los cursos, su secuencia y la forma de estos.

En cuanto a los contenidos, los planes de estudio fueron modificados para incluir el diseño y construcción de proyectos, creando experiencias desafiantes para los estudiantes, y haciendo hincapié en la formulación y resolución de problemas, como también en el aprendizaje de conceptos donde no solo se tuviera la solución de problemas teóricos, si no que las clases incluyeran también un equipo basado en proyectos que avanza en su complejidad. La metodología de enseñanza que utilizan fomenta el aprendizaje activo y la práctica. Utilizan una técnica muy exitosa la "prueba de concepto", esta consiste en que después de

realizar la clase, los estudiantes responden una pregunta de opción múltiple por medio de un aparato infrarrojo que lleva la respuesta al computador; así se sabe si los estudiantes están teniendo problemas, y además de esta manera ellos son capaces de evaluar su propia comprensión del material.

Esta iniciativa se ha convertido en una empresa internacional, actualmente cuenta con dieciséis universidades y sigue aumentando su número de colaboradores gracias a la conferencia internacional anual que realizan, y a los talleres elaborados para colaboradores durante todo el año.

El CDIO a través de su concepto, sus reformas de currículo, la enseñanza y el aprendizaje, busca la solución del conflicto en la educación de la ingeniería, puesto que lleva la educación en línea con las necesidades de ingeniería del mundo real.

### **4.3. APORTE INTELECTUAL**

Este proyecto busca crear unas guías prácticas para el laboratorio de ingeniería industrial de la universidad Icesi, con el fin de mejorar las competencias de los estudiantes al brindarles las herramientas que les permitan enfrentarse a tecnologías que van encaminadas al seguimiento en tiempo real de los inventarios de una organización, y a una cadena de abastecimiento más inteligente. De este modo se quiere que el estudiante tenga un acercamiento a situaciones del mundo real, cuestionándose acerca de los escenarios a los cuales se enfrentara y posteriormente aprovechando el rápido avance que tiene la tecnología para obtener una mayor eficiencia en los procesos de la organización y así lograr disminuir la brecha que existe entre la teoría del control de inventarios y las tecnologías existentes.

Los inventarios son uno de los componentes más importantes de una organización, ya que su manejo produce altos costos y por ende continuamente se intenta encontrar la mejor forma de controlarlos. Para este proyecto es necesario tener claro la teoría de control de inventarios, y las tecnologías existentes que sirven para hacer el control de los mismos; con esta información se crearan las practicas que vinculen estos dos temas, realizadas conforme a la filosofía del aprendizaje activo que maneja la universidad.

Para las compañías la información es el activo más valioso, por esto es sumamente necesario contar con nuevas tecnologías que sean lo más fiables posibles, donde se cuente con un sistemas de gestión de datos. Ya que al tener



información incorrecta en una cadena de suministro o en producción se pueden generar riesgos inaceptables, pérdidas empresariales y mayores gastos de funcionamiento. Es por esto que hoy en día las organizaciones buscan una cadena de suministro que se caracterice por tener un intercambio de información, aumentando las alianzas con proveedores e intermediarios que intercambien información para así poder coordinar la producción y distribución, como también externalizar funciones y servicios.

Con respecto a las tecnologías para el control de inventarios, es de señalar que dentro del marco de este proyecto no se consideraron otros dispositivos como las tarjetas inteligentes, bandas magnéticas y biometría, ya que el espacio físico del laboratorio no contara con los elementos respectivos para estas tecnologías, debido a que el enfoque de este, es brindar un conocimiento sobre las principales tecnologías que ayudan enormemente al control de inventarios y mejoran la visibilidad de la cadena de abastecimiento.

## **5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO**

### **5.1. Recursos Disponibles**

#### **Factor Financieros**

No hay recursos internos, todo será suministrado por los investigadores. Aunque se espera poder realizar la visita a Lógica que sería llevada a cabo por medio de la Universidad Icesi.

#### **Equipos**

Se necesitara una cámara filmadora con su respectivo trípode, para la realización de las entrevistas y la documentación de las visitas. También se requiere de un medio de transporte para el desplazamiento hacia los sitios concretados.

Es de suma importancia contar con dos computadores, para realizar las investigaciones pertinentes y para la realización del documento final. Estos deben tener programas de edición que nos permitan la realización del material video gráfico.

#### **Factor Humano**

El apoyo humano con el cual contara este proyecto de grado es el siguiente:

- Líder del Proyecto de grado.
- Tutor temático de Ingeniería Industrial.
- Tutor metodológico Ingeniería Industrial.
- Jefes laboratorios de control de inventarios de otras Universidades (SENA, Antonio José Camacho, Universidad Del Valle, PUJ y UAO).
- Jefes de producción de las empresas visitadas.
- Jefe de ventas de las empresas vendedoras de estas tecnologías.

## 5.2. EQUIPO DE INVESTIGADORES

**Ana María Collazos:** Estudiante de octavo semestre de Ingeniería Industrial.

**Eliana Patricia López:** Estudiante de octavo semestre de Ingeniería Industrial.

**Víctor Javier Escallón Santamaría:** Ingeniero Electrónico. Especialista en Gerencia de Producción. Profesor de tiempo completo en la Universidad Icesi en el área de Ingeniería Industrial. Tutor Temático Del Proyecto.

## 5.3 MATRIZ DE MARCO LOGICO

OBJETIVOS	RESUMEN	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPESTOS
<b>GENERAL</b>	Disminuir la brecha existente entre los ingenieros industriales y el mundo tecnológico, acercándolos a situaciones reales en las cuales es imprescindible el uso de distintas tecnologías para la solución de los problemas.			

<b>PROYECTO</b>	Lograr que el estudiante de ingeniería industrial de la universidad Icesi, tenga un acercamiento al control de inventarios por medio de sistemas de radiofrecuencia y códigos de barras, mediante el desarrollo de prácticas de laboratorio que le permitan ver la aplicación de este tema en un contexto real.	Guías prácticas documentadas/ guías prácticas a documentar	Documento final revisado y aprobado por el comité de proyecto de grado	
<b>ESPECIFICOS</b>	Observación detallada de distintos laboratorios ya existentes y otras referencias.			
	Referenciación de guías de laboratorio ya existentes en otras universidades.			
	Formulación de una propuesta con las diferentes prácticas.			
	Guías y posterior validación de la propuesta.			

<b>1 OBJETIVO</b>				
<b>OBJETIVOS</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACION</b>	<b>SUPESTOS</b>

<b>Protocolo de visitas</b>	Se diseñará cada tipo de cuestionario para los vendedores, las empresas y los laboratorios y luego se procederá a escoger las referencias de cada tipo a visitar para aplicar el respectivo cuestionario	Referencias confirmadas/referencias encontradas	Cuestionarios , cartas entregadas y confirmadas	Respuesta tardía de las distintas referencias
<b>Ejecución de las visitas</b>	Se visitaran cada una de las referencias confirmadas	Visitas realizadas/ visitas programadas	Cuestionarios diligenciados, fotos y videos (si se permite por parte de las referencias)	No disponibilidad de una persona guía para la visita
<b>Protocolo de cierre</b>	Tabular resultados y luego concluir	Datos tabulados/total de datos a tabular	Documento con resultados	Poca información entregada por parte de las referencias

<b>2 OBJETIVO</b>				
<b>OBJETIVOS</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACION</b>	<b>SUPESTOS</b>
<b>Recolección de prácticas</b>	Recolectar guías de laboratorio realizadas en otras universidades	Practicas recolectadas/ practicas a recolectar	Guías conseguidas	Difícil acceso a las prácticas de otras universidades
<b>Análisis de prácticas</b>	Analizar las prácticas conseguidas para determinar la información útil a usar.	Prácticas analizadas /prácticas conseguidas	Guías seleccionadas	

<b>3 OBJETIVO</b>				
<b>OBJETIVOS</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACION</b>	<b>SUPESTOS</b>
<b>Realizar una proforma</b>	Realizar la proforma para determinar cómo se hará la práctica, es decir, los componentes y el orden	Se hizo o no se hizo la proforma	Proforma realizada	

<b>Realizar las practicas</b>	Realizar las propuestas	Practicas realizadas/practicas a realizar	Practicas entregables	
<b>Ajustes</b>	Realizarle los ajustes finales a la práctica para proceder a validarlas	Propuestas ajustadas/propuestas a ajustar	Practicas entregables finales para validación	

<b>4 OBJETIVO</b>				
<b>OBJETIVOS</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACION</b>	<b>SUPESTOS</b>
<b>Validación de las prácticas con los profesores</b>	Presentación de las propuestas a los profesores del depto.	Practicas validadas/practicas realizadas	Documento con ajustes a realizar	Disponibilidad de tiempo de los profesores
<b>Validación de las practicas con los estudiantes</b>	Presentación de las propuestas a los estudiantes	Practicas validadas/practicas realizadas	Documento con ajuste a realizar	Disponibilidad de espacio físico y disposición por parte de los estudiantes
<b>Ajustes</b>	Realizar los ajustes correspondientes a las propuestas de acuerdo con la retroalimentación obtenida por parte de los profesores y estudiantes	Practicas ajustadas/practicas a ajustar	Practicas finales	

## **6. DISEÑO DE GUÍAS PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS POR MEDIO DE TECNOLOGÍAS RFID, CB, GPS, SENSORES.**

### **6.1 Observación detallada de distintos laboratorios ya existentes y otras referencias**

#### **6.1.1 Protocolo de visitas:**

Cuestionario dirigido a los encargados de los laboratorios:

- ¿Cuáles fueron las razones que impulsaron a la creación del laboratorio?
- ¿Desde cuándo se implementó el laboratorio?
- ¿Para qué carreras fue diseñado este laboratorio?
- ¿Qué tipos de prácticas se resuelven en el laboratorio?
- ¿Qué dispositivos para el control de inventarios posee el laboratorio?
- ¿Cuál es el objetivo que se desea alcanzar con la implementación de este laboratorio?

Cuestionario dirigido a empresas vendedoras de las tecnologías:

- Denos una breve descripción técnica de los dispositivos
- ¿Cuál es la importancia de implementar estas tecnologías en una empresa?
- ¿Qué empresas son las más interesadas en estas tecnologías?
- ¿Por qué considera que estas tecnologías no son implementadas masivamente?
- ¿Cuál es la relación costo beneficio de implementar estas tecnologías?
- ¿Qué ventajas tiene cada dispositivo en comparación con los otros?

Cuestionario dirigido a empresas usuarias de las tecnologías:

- ¿Desde hace cuánto tiempo implementan estas tecnologías?
- ¿Por qué razones implementaron estas tecnologías
- ¿Cuál fue el proceso que se llevó a cabo para la implementación de estas tecnologías (parte económica, productiva, etc.)?
- ¿Cuál ha sido el cambio de la empresa desde que se implementaron estas tecnologías?
- ¿Cuál es la importancia de que un ingeniero industrial conozca estas tecnologías?

Posibles empresas a visitar:

Empresas vendedoras de las tecnologías:

- Etimarcas
- Línea DataScan S.A
- Stock keeper de Colombia Ltda
- Gps partner system tecnological
- Rastreo satelital: data driver
- Satrack
- Integra security system
- G4S Patrol
- Sensores eléctricos especializados Ltda

Universidades

- Universidad Autónoma de Occidente
- Pontificia Universidad Javeriana
- Universidad Politécnica de Pereira
- SENA

Empresas usuarias de las tecnologías

- Colombina
- Familia sancela
- Belleza express
- Studio F
- Almacenes éxito
- Súper Inter
- Fanalca

## **6.1.2 Realización entrevistas**

### **6.1.2.1 Universidad Autónoma de Occidente:**

En la Universidad Autónoma de Occidente fuimos atendidas por el ingeniero Alex Aragón, quien es el coordinador del laboratorio. El ingeniero nos mostró las instalaciones del centro piloto didáctico para aplicaciones en tecnologías en la red logística. Este centro está ubicado en el primer piso del sótano y cuenta con cuatro áreas, el área de producción y operaciones donde se cuenta con la simulación de un proceso productivo de arroz, para lo cual hay una banda

transportadora, una tolva de llenado, antenas de radiofrecuencia para controlar el producto terminado el cual es llevado a una parte de la misma zona donde hay estanterías para su almacenamiento, en esta área se cuenta con un montacargas hidráulico y un estibador manual, también hay otra antena de radiofrecuencia para controlar el producto que sale de esta área con destino al centro de distribución. La segunda área es la del centro de distribución, en la cual hay estanterías con producto terminado, los cuales son controlados por códigos de barras y también por medio de antenas de radiofrecuencia. La última área es la de merchandising, es decir el punto de venta, el cual es un minimarket donde se cuenta con antenas de radiofrecuencia para controlar el producto que entra al área y algunas góndolas inteligentes.

La Universidad ha gastado hasta el momento 72 millones de pesos; en dos terminales portátiles, una impresora de CB, una impresora de RFID, 5 lectores de código de barras, de los cuales 4 fueron importados de México, las antenas de radiofrecuencia, 6 computadores, una estibadora manual, un montacargas hidráulico, estibas usadas de plástico y estibas de madera, estanterías, el software "Paquete de desarrollo de inventario en línea", y un reader activo.



Ilustración 13. Laboratorio UAO

Fuente: el autor.





Ilustración 14. Laboratorio UAO

Fuente: el autor.



Ilustración 15. Laboratorio UAO

Fuente: el autor

Entrevista:

- ¿Cuáles fueron las razones que impulsaron a la creación del laboratorio?

Primero que toda la universidad abrió hace dos años una maestría en logística internacional entonces era necesario dotar con tecnología de punta los laboratorios además de reforzar la asignatura de logística internacional en pregrados.

- ¿Hace cuánto está la idea de realizar este laboratorio?

El proyecto como tal nace hace 3 años. Se empezó a realizar los trámites para realizar la maestría y paralelo a eso el grupo de investigación del

departamento de operación y de sistemas desarrolló el proyecto que apenas se está implementando ahora.

- ¿Desde cuándo se implementó el laboratorio?

Todavía no se ha implementado, falta desarrollar el caso teórico y que el proveedor realice unos ajustes técnicos para hacer la entrega con manuales y todo lo de operación del proceso. Todavía no se han realizado prácticas.

- ¿Para qué carreras fue diseñado este laboratorio?

Ingeniería Industrial (logística integral), Mercadeo y Negocios Internacionales (cadenas de abastecimiento) y para la maestría en Logística Integral.

- ¿Qué tipos de prácticas se resuelven en el laboratorio?

Todavía no tenemos las prácticas, se están desarrollando

- ¿Qué dispositivos para el control de inventarios posee el laboratorio?

Los readers de RFID, las antenas, los lectores de códigos de barras, las impresoras de CB Y etiquetas de radiofrecuencia, el software de etimarcas, y Microsoft Dynamics.

- ¿Cuál es el objetivo que se desea alcanzar con la implementación de este laboratorio?

Desde el punto de vista académico es mostrarles a los estudiantes la tecnología que se usa en las empresas, y que puedan interactuar con ella. Desde el punto empresarial y de extensión, es ofrecer servicios a las empresas especialmente a las pequeñas para evaluar cuáles son las posibilidades para implementar estas tecnologías o algunas similares y como aprovecharlas

### **6.1.2.2 Universidad Javeriana**

En la Universidad Javeriana fuimos atendidos por Pedro Pablo Arévalo, nos mostró las instalaciones del laboratorio diseñado para aplicaciones en áreas de mercadeo, cadenas de abastecimiento, canales de distribución, utilizando tecnologías en la red logística. Este laboratorio está ubicado en el edificio Guayacanes y cuenta con tres espacios. El primero es una tienda de barrio con productos de consumo masivo, el segundo un supermercado con todos los

productos que se podrían encontrar en la realidad, este cuenta con una góndola inteligente donde los productos tienen un tag de RFID, por lo cual cuando el cliente coge el producto automáticamente queda descontado del inventario. También posee unas antenas para el pago de los productos, como también para controlar el producto que entra al área. El centro de distribución, cuenta con estanterías que tienen diferentes productos controlados por códigos de barras y por tags de RFID, también tienen las antenas de radiofrecuencia para controlar el producto que sale del centro de distribución hacia el almacén.

La universidad también presta este servicio a las empresas, estas alquilan el laboratorio para capacitar y entrenar a sus empleados, lo cual es muy bueno ya que la universidad marca diferencias, trayendo un boca a boca en el sector, que se traduce en el aumento en las matriculas de postgrados en carreras como logística. Por otro lado los estudiantes de administración han aumentado (mientras que a nivel nacional estos han disminuido), ya que ven un interés enorme en poder aplicar sus conocimientos teóricos en el ámbito práctico.

- ¿Cuáles fueron las razones que impulsaron a la creación del laboratorio?

La idea original fue hace 4 años, yo iba a Bogotá a Logyca con los estudiantes de varias asignaturas (cadena de abastecimiento, canales de distribución) a visitar varios formatos entre ellos un supermercado, una tienda de barrio y un gran centro de distribución. Este evento se repitió varias veces y hubo un momento que la cobertura vs el costo no daba, era mucho el esfuerzo económico que hacíamos y el impacto en estudiantes era pequeño, pues se llevaba solo 30 estudiantes de más de 1000 que tiene la carrera de administración.

- ¿Desde cuándo se implementó el laboratorio?

La idea esta hace 4 años, nos demoramos 1 año en conseguir el espacio porque el tema más complicado en una universidad es encontrar el espacio físico, hasta que la facultad de salud inicio la carrera de medicina por lo cual se construyó un edificio y de una vez aprovechamos para disponer de este espacio. Luego Logyca nos apoyó en todo el diseño de planos, de cómo iban a ser las estructuras en cada uno de los 3 formatos y pues aquí nos demoramos 2 años completos hasta que abrimos en septiembre del año pasado.

- ¿Para qué carreras fue diseñado este laboratorio?

Este laboratorio fue diseñado para todas las carreras, especialmente para las carreras que están relacionadas con marketing como lo son administración, ingeniería industrial, contaduría, economía, diseño visual y

comunicación. En cuanto a logística están para las carreras de ingeniería industrial y administración.

- ¿Qué tipos de prácticas se resuelven en el laboratorio?

En el laboratorio las practicas están enfocadas a manejar las estanterías, a manejar el montacargas, a saber manejar los sistemas de información, aprender a meterse al ERP y entenderlo, consultar el inventario, hacer traslados, mover mercancía y hacer compras. Es por eso que las estanterías están marcadas para hacer ese proceso de simulación real, teniendo los estándares de calidad que se deben tener en el sector real (casco, botas, marcación del piso)

- ¿Qué dispositivos para el control de inventarios posee el laboratorio?

En este laboratorio tenemos las antenas de RFID, los lectores tanto de RFID como de código de barras, tenemos un sistema de información, un ERP, tenemos tags tanto activos como pasivos, tenemos las impresoras de los códigos de barras y de los tags.

- ¿Cuál es el objetivo que se desea alcanzar con la implementación de este laboratorio?

El sector empresarial está exigiendo competencias certificadas y la única posibilidad de demostrar una competencia desarrollada es en el campo, no en una computadora sino en el campo. Por eso hemos recreado un espacio real, haciendo ejercicios que son exactamente a la realidad. En términos generales un laboratorio como este facilita el desarrollo de competencias laborales en estudiantes de las carreras afines con consumo masivo.

### **6.1.2.3 Universidad Tecnológica De Pereira**

Los componentes del laboratorio son:

- Impresora datamax serie H4212: en la cual por transferencia térmica se fija el código de barras en la cinta y se graba los tags de la etiqueta para el intercambio de información por RFID.

Ilustración 16.<sup>17</sup>

- Servidor: es el computador por medio del cual se procesa la información obtenida.



- Readers: son equipos con un funcionamiento similar a un computador, tienen una dirección IP, un enrutador de red, una puerta de enlace predeterminada y una máscara de enlace. Son la unidad central de procesamiento de la información enviada por las antenas que luego se envía al servidor, donde se encuentran los aplicativos necesarios para la gestión de la información de los inventarios en tiempo real.
- Antenas: son los dispositivos que se ubican a la entrada y salida del centro de distribución, para controlar la mercancía que entra y sale por medio de las etiquetas de RFID.



Ilustración 17.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> <http://industrial.utp.edu.co/laboratorios/movil-logistica/impresora-datamax-serie-h-4212.pdf>

- Pasillos de almacenamiento: Son los espacios asignados para el almacenamiento de los productos según su composición física y química. Tiene una disposición similar a la que se maneja en un centro de distribución real. En ellos se puede almacenar productos pequeños empacados en cajas que pueden ser manipulados fácilmente.



Ilustración 18.<sup>19</sup>

#### 6.1.2.4 Centro de distribución del Éxito

La compañía Grupo Éxito tiene más de 100 años de experiencia y es líder del comercio al detal, brinda 62766 empleos y cuenta con 2470 proveedores. Cuenta con más de 321 almacenes.

La principal función logística de esta compañía es disminuir el inventario, puesto que con un punto que baje su inventario, se libera capital de tan alta magnitud que se podría construir un nuevo almacén. Es por eso que miden diariamente cuánto vale, buscando siempre la menor cantidad de productos almacenados. Ellos han logrado reducirlo en \$1000 millones de pesos.

---

<sup>18</sup> <http://industrial.utp.edu.co/laboratorios/movil-logistica/antenas.pdf>

<sup>19</sup> <http://industrial.utp.edu.co/laboratorios/movil-logistica/pasillos-de-almacenamiento.pdf>

Ellos manejan un software chileno E3 que le permite saber cuánto stock de seguridad debe tener, cuanto producto les cabe en góndolas, como hacer el picking, etc.

El Grupo Éxito se caracteriza por ser pionera en tecnología, por lo cual lleva aproximadamente 2 años probando tecnologías de RFID en el centro de distribución de las Vegas en Medellín ya que en un futuro las exigencias del mercado, van hacer que se usen y que sean indispensables.

- ¿Desde hace cuánto tiempo implementan estas tecnologías?

Bueno, yo creo que se viene implementando estas tecnologías (radiofrecuencia) aproximadamente hace 18 años, debido a que cuando se sistematiza la parte de radiofrecuencia en los puntos de venta es un proceso de desarrollo a lo largo de la cadena, es decir para recibir el producto con radiofrecuencia, se tuvo que haber despachado con radiofrecuencia.

- ¿Por qué razones implementaron estas tecnologías?

Las razones para la implementación de estas tecnologías son básicas, aumentar la productividad pues al tener sistematizado se hace la labor más eficiente, evitar el exceso de manipulación, evitando un porcentaje de error bastante grande, disminuyendo mermas y averías.

- ¿Cuál fue el proceso que se llevó a cabo para la implementación de estas tecnologías (parte económica, productiva, etc.)?

Bueno, ese proceso no lo conozco muy bien pues cuando llegue a la compañía estas tecnologías ya se estaban utilizando.

- ¿Cuál ha sido el cambio de la empresa desde que se implementaron estas tecnologías?

Cuando pasamos de la compañía a almacenes Éxito, se copiaron las mejores prácticas en la parte logística de Cadenalco, como lo es el Cross Docking sobre el tema de entregas certificadas, ayudando a descongestionar los muelles de recibo de los almacenes ayudando de este modo a que la carga operativa fuera mucho más baja. Se pasó de tener 10 recibidores a tener 2 recibidores.

- ¿Cuál es la importancia de que un ingeniero industrial conozca estas tecnologías?

Un ingeniero industrial debe estar siempre a la vanguardia de todos los desarrollos tecnológicos y operativos que tenga cualquier compañía y más una compañía que se desarrolle en el retail ya que cobra gran importancia la cadena de valor, entonces todas esas tecnologías y prácticas que le apunten a agregar valor o a quitar eslabones que le agregan un sobre costo adicional pasan a ser totalmente válidas para su desarrollo profesional para ponerlas en práctica dentro de su empresa.

#### **6.1.2.5 Colombina del Cauca**

Colombina del Cauca es la planta de Colombina ubicada en Santander de Quilichao en el departamento del Cauca, la cual se dedica a la producción de galletas. En esta planta hicimos un recorrido para conocer el proceso productivo de las galletas, donde destacamos el uso de sensores para el control de calidad de las mismas. Después visitamos el centro de distribución donde el ingeniero Mauricio Hernán Mora Muñoz, jefe de distribución de Colcauca nos dio un recorrido por el mismo mostrándonos los dispositivos que manejan ahí y contándonos algunos aspectos a destacar en la organización del mismo. En el tiempo que estuvimos en el CD vimos como realizaban el despacho de mercancía manejando la información por medio de terminales portátiles y como cada estantería tenía una nomenclatura que permitía manejar la información más rápidamente; nos informaron que en la planta de la Paila se contaba con más tecnología debido a las necesidades de esa planta. Después el ingeniero nos dió la oportunidad de realizarle las preguntas:

- ¿Desde hace cuánto tiempo implementan estas tecnologías?

Desde hace 5 años implementamos un WM, con los códigos de barras. En otras plantas de Colombina se manejan más tecnologías, de acuerdo con sus necesidades.

- ¿Por qué razones implementaron estas tecnologías?

Estas tecnologías se implementaron para garantizar la trazabilidad del producto terminado, para el control de inventarios y para manejar una rotación FIFO.

- ¿Cuál fue el proceso que se llevó a cabo para la implementación de estas tecnologías (parte económica, productiva, etc.)?

El control y manejo de activos y la productividad.



- ¿Cuál ha sido el cambio de la empresa desde que se implementaron estas tecnologías?

El cambio ha sido notorio ya que nos ha permitido tener más efectividad en el despacho, se ha disminuido en gran medida los errores en los cargues y los inventarios, y nos ha permitido una mayor movilidad en el CENDIS.

- ¿Cuál es la importancia de que un ingeniero industrial conozca estas tecnologías?

Es muy importante que in Ingeniero Industrial tenga conocimiento en estas tecnologías, porque es un requisito indispensable ya que en la mayoría de empresas requieren asesoría para la implementación de estas tecnologías, como también para mejorar los sistemas que tienen actualmente.

#### **6.1.2.6 Línea Datascan.**

LíneaDatascan es una empresa de soluciones y servicios tecnológicos, especializada en movilidad y sistemas de punto de venta. Nace de la fusión entre Línea Informática y Datascan de Colombia; dos de las empresas más grandes de tecnología de Colombia, cada una con más de 20 años de experiencia, convirtiéndose en la compañía con mayor participación en el mercado, contando con oficinas en Bogotá, Barranquilla, Medellín, Cali, Caracas, Quito y Weston Florida (USA), presentando un portafolio de servicios orientados a proveer soluciones de integrales con el apoyo y respaldo de los proveedores líderes mundiales, con quienes han logrado mantener el máximo nivel de asociación como: Motorola ,IBM, Zebra , Datalogic ,Torex , Mettler-Toledo ,Mitel ,Vocollect. Tiene alrededor de 56 clientes entre los cuales se encuentra Unilever, quala, noel, KRAFT, colombina, Colgate, almacenes ÉXITO, Casa luker , etc,<sup>20</sup>

Entrevista:

Fuimos a la oficina de la empresa ubicada en la Avenida 3 N No.8-24 Oficinas 419 y 420, nos atendió el señor Juan Gutiérrez.

- Denos una breve descripción técnica de los dispositivos:  
Primero que toda la mayoría de la gente tiende a pensar que el RFID es una tecnología nueva y realmente no es así, ambas nacieron paralelas. El código de barras maneja una simbología de barras y espacios la cual

<sup>20</sup> <http://www.lineadatascan.com/empresa.php>

traduce un número, una sigla, un alfanumérico que se acomoda con unos campos y se lee; RFID es básicamente lo mismo, una marcación que se maneja a través de radiofrecuencia, ¿cuál es el tira y afloje del asunto? El tema de costos; RFID es muy chévere porque uno pasa un dispositivo y el por radiofrecuencia te manda toda la información; pero tenés que justificar muy bien un proyecto en el tema de los costos. En el éxito hicimos un piloto en el cual uno pasaba el carrito y todo quedaba registrado, no se demoraba nada el proceso de pago, una maravilla, pero a la hora de la verdad hay que ver los costos, ¿cuánto me vale una etiqueta de RFID? Setecientos, ochocientos pesos, y en un supermercado donde te van a registrar artículos de cien, doscientos pesos, pues la verdad no se justifica. En una zona franca donde entre una niñera marcar un vehículo con una etiqueta de 700 pesos se justifica, porque para el precio del carro no es un valor significativo. Entonces es por el tema de los costos que el código de barras ha primado por encima del RFID, ya que un código de barras vale alrededor de 10, 15 pesos; mientras que una etiqueta vale maso menos entre 500 y 700 pesos.

En cuanto a los códigos de barras para la marcación nosotros trabajamos con la marca zebra, y en cuanto a los dispositivos terminales manejamos equipos Motorola. Manejamos también el tema de bucolet que es todo el tema de manejo de alistamiento de mercancía a través de la voz, se usa una diadema y con un aparatico que se conecta a la red inalámbrica se hace todo el alistamiento por voz. Manejamos también la parte de datalogic, que son las básculas que se usan para registrar las verduras por ejemplo en el supermercado, y las que se usan para la carne.

Los terminales portátiles son soluciones que se utilizan para diferentes tipos de proceso, en el proceso de bodega como tal hay algo importante que es el tema de sellamiento, ya sea contra caídas, humedad o polvo, tienen números de acuerdo con esto. Con el terminal se va leyendo el código de barras del producto y la información llega automáticamente al ordenador por medio de wifi, aunque también hay la posibilidad de recolectar los datos y luego descargarlos al ordenador; eso ya depende de la actualización que quiera uno de la mercancía, estos dispositivos manejan sistema operativo Windows Mobile.

- ¿Cuál es la importancia de implementar estas tecnologías en una empresa?

Una parte importante es la trazabilidad que permiten realizar estas tecnologías, ya que con ellas uno puede hacerle seguimiento a los productos, y en caso de que haya por ejemplo un lote defectuoso, puedes ahorrar mucho dinero, ya que no te toca desechar todo sino el lote que tiene el problema. Es muy importante para el tema de seguridad, por

ejemplo en las empresas de servicios públicos, para detectar manipulaciones a los contadores y cosas así.

En el tema de inventarios agiliza la realización del mismo, se pueden hacer más a menudo ya que no son tan dispendiosos como antes.

Estas tecnologías sirven para manejar los inventarios, tanto de producto terminado como de activos fijos.

Se mejora la productividad ya que se reducen los procesos manuales y con esto los errores humanos, se pide realmente lo que es y se manda lo que es al sitio adecuado.

- ¿Qué empresas son las más interesadas en estas tecnologías?

Hablando del código de barras, el uso va desde la pequeña tienda de barrio, el almacén de ropa, hasta grandes multinacionales, y se usa en empresas de todo tipo, de alimentos, farmacéuticas, etc.

- ¿Por qué considera que estas tecnologías no son implementadas masivamente?

Hablando del RFID, este no es masivo como lo es el código de barras debido al tema de costos, ya que realmente estas dos tecnologías nacieron casi a la par.

### **6.1.3 Conclusiones de la información recolectada**

Muchas universidades de la ciudad han invertido recursos para poder brindarle al estudiante espacios donde se puedan poner en práctica todos los conocimientos teóricos aprendidos en las clases, pues esta es una exigencia del sector empresarial que busca competencias certificadas, que solo pueden ser desarrolladas con la práctica dentro del campo. Es muy interesante que estos espacios no solo fueron diseñados para el aprendizaje del estudiante sino también para brindar asesoría a diversas empresas, proporcionando un espacio para simulaciones y capacitaciones. Se debe analizar qué está pasando con la preparación de los Ingenieros Industriales en las diferentes instituciones en lo referido a la formación de conocimientos prácticos en control de inventarios por medio de las diferentes tecnologías.

En cuanto a las empresas, estas están utilizando los códigos de barras de manera común dentro de las herramientas para controlar sus inventarios, pero el sistema de radiofrecuencia aun no es de uso común, debido en gran parte a su costo y a que en ocasiones se usa para cumplir con los requerimientos de clientes de la empresa mas no por política de la misma; pero es claro que en un futuro esta tecnología se implementara de la misma manera que el código de barras dándole

más agilidad a los procesos de manera que sean más productivos y logrando que cada vez lo errores sea mínimos.

Las empresas que proveen estas soluciones tecnológicas deben estar enteradas de los avances de las mismas, y comprender que es lo que las empresas necesitan para manejar sus inventarios; de manera que encuentren la forma de ofrecerles soluciones completas para sus necesidades, y que sean innovadoras.

## **6.2 Referenciación: guías de otras universidades**

Se recolectaron guías de diferentes universidades como Javeriana, San Buenaventura, Univalle, Autónoma e Icesi, para tomarlas de muestra y tener una idea del formato que deberían tener. En estas se aprecia que deben tener una consulta previa, para así tener unos conocimientos claros sobre lo que se va a realizar, deben tener bien definidos los objetivos, para así lograr los resultados esperados y tener además una forma de verificarlos, los materiales y equipos a utilizar, como también el procedimiento que se llevara a cabo con estos, las preguntas a resolver después de realizar la práctica para que el estudiante profundice los conocimientos adquiridos, y por último una zona para el monitor en la cual se especifiquen datos importantes para que este pueda desarrollar la práctica de la mejor manera.

### **6.2.1 Materias donde serán aplicadas las prácticas.**

Se escogieron las siguientes materias afines con el manejo y control de inventario:

- Logística.
- Diseño de la cadena de suministro.
- Planeación y control de la producción.
- Fundamentos de producción.
- Introducción a la ingeniería industrial.

### **6.2.2 Diseño de las prácticas**

Para el diseño de las prácticas se tuvo en cuenta las materias anteriormente mencionadas, de modo que el contenido de las prácticas abarque componentes teóricos de estas materias, y por otro lado se tuvo en cuenta la referenciación de prácticas de otras universidades para de esta manera lograr que el estudiante aplique de manera práctica los conocimientos adquiridos en el aula de clase.

## 6.3 Guías

### Práctica No. 1

**Tema:** introducción a los códigos de barras

**Preparación previa:** lectura 1 de la guía de lecturas para preparación de prácticas.

**Objetivo:**

- Tener un acercamiento a los códigos de barras y conocer que situaciones pueden afectar su lectura.
- Aprender a diseñar y manejar el software con el que se crean estos códigos.

**Materiales y equipos:**

- Etiquetas de códigos de barras
- Terminal portatil
- Impresora de código de barras
- Software para la creación de etiquetas
- Computador
- Marcador
- Agua
- Gaseosa

**Procedimiento:**

**Funcionamiento ideal**

1. Diseñar una macro que reconozca y almacene la información de los códigos.
2. Imprimir varios códigos de barras.
3. Pegar los códigos de barras a diferentes productos.
4. Verificar si la información leída concuerda con la información almacenada

**Fallas en el funcionamiento**

1. Imprimir nuevamente siete códigos de barras y almacenar su información con la macro antes diseñada
2. Pegar un código de barras a un producto con forma irregular

3. Pegar un código de barras en un producto pequeño
4. Pegar los códigos de barras en diferentes partes de una caja y hacer su respectiva lectura.
5. Tomar una etiqueta de código de barras y trazarle una línea horizontal con el marcador.
6. Tomar una etiqueta de código de barras y mojarla con agua.
7. Tomar una etiqueta de código de barras y regarle gaseosa.
8. Tomar una etiqueta de código de barras y arrugarla.
9. Pasar todos los códigos de barras por el lector y verificar la información en el servidor.

### **Preguntas:**

1. Describa con sus propias palabras las actividades realizadas durante la práctica y las dificultades que encontró durante el proceso.
2. Explique el funcionamiento del código de barras.
3. ¿Qué ventajas percibe al manejar código de barras?
4. ¿Cuáles etiquetas de código de barras no se pudieron leer? Explique la razón y las implicaciones que esto trae.
5. Analice donde se debería pegar el código de barras para facilitar su manejo
6. Investigue sobre las clases de códigos de barras que existen e identifique cuales de éstas son las más usadas en Colombia.
7. Como cambiarían estos problemas al utilizar otros dispositivos, como los tags de RFID.

### **Requerimientos del informe:**

En la primera pregunta describa una percepción personal de la práctica, que le pareció interesante, como le ayudo esta práctica a su formación académica. Para la novena pregunta realice un cuadro comparativo donde se vean los cambios al utilizar esa tecnología.

---

**Zona para el instructor o monitor:** armar grupos de trabajo de tres personas. Explicar que datos de los productos son los que deben estar en el archivo. Proporcionar a los estudiantes: Cuadernos, carpetas, lapiceros, borradores, pelotas de ping pong y cajas.

## **Práctica No.2**

**Tema:** introducción a RFID

**Preparación previa:** lectura 2 de la guía de lecturas para preparación de prácticas

**Objetivo:** tener un acercamiento al manejo de la mercancía por medio de RDIF y conocer que situaciones pueden afectar su lectura.

**Materiales y equipos:**

- Computador
- Software para el diseño de las etiquetas
- Impresoras de RFID.
- Terminal portable.
- Cajas.

**Procedimiento:**

1. Imprimir varias etiquetas de RFID.
2. Pegar las etiquetas en las diferentes cajas.
3. Pasar las cajas por las antenas, verificar su lectura y la información.
4. Pasar una caja por el lector de manera perpendicular a este y analizar su lectura.
5. Ubicar varios obstáculos entre la caja con el tag y la antena, y analizar que ocurre con la lectura.

**Preguntas:**

1. De acuerdo con el proceso realizado en el laboratorio explique cómo funciona el sistema de radiofrecuencia.
2. Explique por qué determinadas etiquetas de RFID no pudieron ser leídas. Investigue qué situaciones afectan la lectura de los tags.
3. ¿Qué implicaciones hay en que dichas etiquetas no se hayan podido leer?
4. De acuerdo con la práctica "introducción a los códigos de barras" realizada previamente y lo realizado en esta práctica, haga un cuadro comparativo en el que especifique las ventajas y desventajas que tiene un método con respecto al otro.

**Requerimientos del informe:**

La primera pregunta debe ser respondida a manera de resumen de su experiencia personal en el proceso llevado a cabo en el laboratorio. La cuarta pregunta debe ser resuelta por medio de un cuadro comparativo.

---

**Zona para el instructor o monitor:** tener listas previamente el número de cajas necesarias para la práctica. Grupos de tres personas y una caja por grupo.

### **Práctica No. 3**

**Tema:** ubicación y localización de mercancía

**Preparación previa:** diapositivas enviadas al correo por el monitor y lectura 3 de la guía de lecturas para preparación de prácticas

**Objetivo:**

- Reconocimiento del GPS y de su funcionamiento.
- Comprender el manejo del GPS para localizar mercancía.

**Materiales y equipos:**

- Computador
- GPS de bolsillo P50
- Plan de GPS
- Internet

**Procedimiento:**

La empresa Químicos S.A.S se dedica a la comercialización de productos químicos como amoníaco, ácido sulfúrico, dicromato de potasio, y bisulfito, los cuales al extraviarse pueden ser usados con fines terroristas, por lo cual hay que tener especial cuidado con ellos.

La empresa preocupada por la responsabilidad que tienen como ciudadanos y por interés propio de ella misma, ha adquirido un nuevo sistema para la ubicación y localización de la mercancía (sensor de GPS). Usted y sus compañeros de área como encargados del centro de distribución, deben aprender a manejar este sistema y entender su funcionamiento, razón por la cual realizan un simulacro para encontrar una mercancía pérdida dentro de la planta.

1. En el computador ubique el lugar donde se encuentra la mercancía



2. Con las coordenadas obtenidas ubique en el mapa de la universidad el punto aproximado donde se encuentra la mercancía.
3. Una vez encontrada la mercancía, trasládelo a el laboratorio

**Preguntas:**

1. Indique las ventajas de tener un dispositivo GPS para localizar mercancías.
2. Indique los diferentes usos de estos dispositivos dentro de una organización y específicamente en el manejo de inventarios.
3. Cuando considera usted que es necesario y justificable usar un sistema GPS para una empresa.

**Requerimientos del informe:**

Escribir como anexo en el informe, un resumen de lo discutido una vez terminada la práctica.

---

**Zona para el instructor o monitor:** se debe enviar a los estudiantes con una semana de anticipación las diapositivas de preparación previa. Antes de iniciar la práctica se debe ubicar cada una de las cajas con el sensor GPS para que posteriormente los estudiantes las encuentren. Finalizada la práctica se discutirá la importancia del GPS para el rastreo de mercancías.

**Práctica No.4**

**Tema:** Reconocimiento de los sensores.

**Preparación previa:** lectura 4 de la guía de lecturas para preparación de prácticas

**Objetivo:**

Conocer los sensores presentes en las industrias que facilitan el manejo y control de inventarios.

**Materiales y equipos:**

- Sensores
- Objetos de prueba

**Procedimiento:**

Retirar el producto y analizar cómo funciona el sensor verificando en el computador las diferentes entradas y salidas.

**Preguntas:**

1. Analice lo realizado en el laboratorio.
2. Indique las ventajas y desventajas de los sensores.
3. Indique los diferentes usos de los sensores.

**Requerimientos del informe:**

---

**Zona para el instructor o monitor:** mostrarles los sensores existentes en el laboratorio y explicar brevemente su funcionamiento.

**Práctica No. 5**

**Tema:** Rastreo de mercancía y cálculo del ETA

**Preparación previa:** lectura 5 de la guía de lecturas para preparación de prácticas

**Objetivo:**

- Conocer como el GPS facilita el manejo y control de inventarios.
- Comprender la importancia de saber cuándo va llegar la materia prima.
- Comprender la importancia de la trazabilidad de un producto.

**Materiales y equipos:**

- GPS de bolsillo
- Computador
- Internet

## **Procedimiento:**

Usted es encargado de la logística de la empresa Juguitos S.A.S. empresa especializada en el procesamiento de pulpa de frutas, con presencia en los 5 continentes como proveedor de importantes compañías de alimentos.

Debido a la ola invernal a la que se vio enfrentado el país en los últimos meses, la materia prima entro en escasez; ocasionando que la empresa cambiara de proveedor eligiendo a uno proveniente de Ecuador, sin conocer muy bien como era su lead time. La empresa realizó una compra de 40000 kg de mora para la fabricación de un pedido de última hora, por lo cual usted debe estar muy atento a cuándo llegará la materia prima para empezar la producción y poder cumplir con el pedido, evitando una multa por incumplimiento.

Por tal razón debe monitorear la carga a lo largo del viaje y debe saber el tiempo de arribo de la mercancía.

Para esto debe realizar las siguientes funciones:

1. Ubicar en el computador el carro con la mercancía
2. Registrar la distancia recorrida en diferentes momentos del viaje.
3. Registrar el tiempo en diferentes momentos del viaje.
4. Calcular con estos dos registros la velocidad que llevaba en cada punto.
5. Calcular la velocidad promedio proyectada.
6. Calcular el ETA de acuerdo a lo anterior.

## **Preguntas:**

1. ¿Cuál fue la importancia del uso del GPS para esta empresa? ¿Qué hubiera pasado si no se tuviera este dispositivo?
2. Si lograra la empresa cumplir con esta última orden de producción, la cual debe estar lista para mañana a las siete de la mañana, y teniendo en cuenta que el tiempo de producción es de 8 minutos, cuando se debería hacer el pedido? Indique el beneficio obtenido al usar sistema de rastreo de la materia prima.

**Requerimientos del informe:** sin anotación.

---

**Zona para el instructor o monitor:** indicarles a los alumnos que se simulara el camión que transporta la mercancía, con un carro de juguete a control remoto, el cual será manejado por uno de los integrantes del grupo. El punto de inicio es el

samán y el de llegada el laboratorio, se le debe entregar al estudiante la ruta a seguir de acuerdo a su propio criterio.

Acomodar los grupos proporcionalmente a la cantidad de materiales que se tengan. Organizar materiales que serán entregados a los grupos.

## **Práctica No.6**

**Tema:** Cross Docking

**Preparación previa:** lectura 6 de la guía de lecturas para preparación de prácticas

**Objetivo:** conocer los beneficios de una plataforma Cross docking

**Materiales y equipos:**

- Legos de distintas formas
- Cajas de cartón pequeñas
- Impresora de CB
- Etiquetas de CB
- Servidor
- Terminar portátil de CB

**Procedimiento:**

La compañía LEGGOS S.A está probando su nueva plataforma logística de Cross docking, debido a que cuentan con varias referencias y han escuchado que para efectos de distribución esta plataforma es más eficiente y permite tener menos inventario. Usted es el encargado del manejo de esta plataforma, por lo cual debe:

1. Recibir la mercancía proveniente de cada uno de los cinco proveedores, la cual se diferencia por la etiqueta que muestra la forma del leggo que contiene.
2. Registre cada recibo con la terminal portátil del código de barras.
3. Mire las órdenes de pedidos que tiene la compañía y de acuerdo a este organice cada orden.(ver anexo 1)
4. Imprima el nuevo código de barras para cada pedido
5. Despache los pedidos

**Preguntas:**

1. De acuerdo con lo realizado en el laboratorio, en que consiste el cross docking y cuando se puede usar.
2. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de usar cross docking?
3. ¿Quedaron unidades "sobrando"? ¿ que sugiere usted que se debe hacer respecto al manejo de ellas?
4. Anexar el grafico realizado.

### **Requerimientos del informe:**

Se debe entregar un gráfico que muestre el proceso realizado. La segunda pregunta debe ser respondida por medio de un cuadro comparativo. Es importante reflexionar en la tercera pregunta, acerca del manejo de dichas unidades sueltas.

---

**Zona para el instructor o monitor:** conforme grupos de trabajo de 5 personas y entregue a cada grupo una copia con las órdenes de despacho y una bolsa donde se encuentre todas las piezas.

Entregar un pliego de papel para que los estudiantes realicen un diagrama de la distribución de planta de cómo debe ser un centro de distribución de cross docking

*Anexo1.*

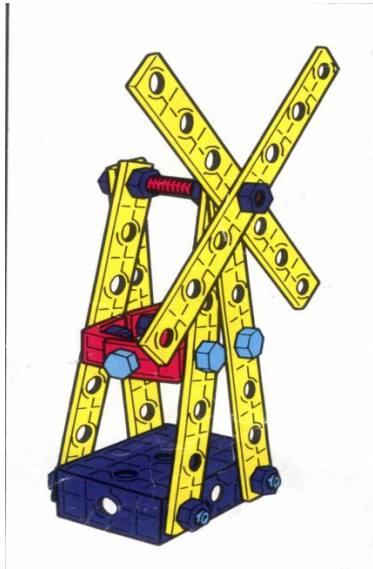
Orden #1.

Tipo de figura: Molino

Cliente: figuritas S.A

Partes necesarias:

- 6 rejillas de siete huecos amarilla
- 4 ángulos rojos de dos huecos
- 1 caja morada de 8 huecos
- 10 tornillos azules hexagonales
- 1 tornillo rojo
- 14 tuercas



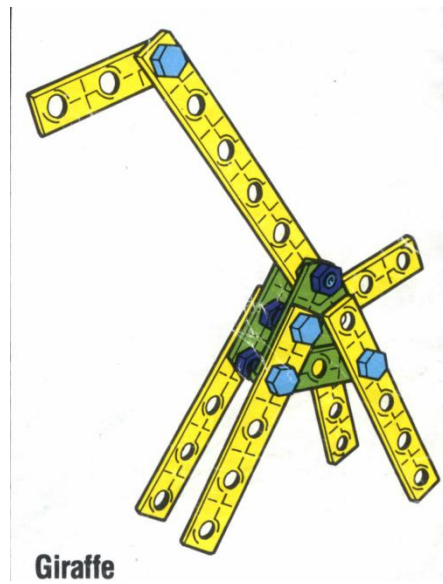
*Orden # 2.*

Tipo de figura: jirafa

Cliente: Diversión Ltda.

Partes necesarias:

- 1 rejilla amarilla de seis huecos
- 4 rejillas amarillas de cinco huecos
- 2 rejillas amarillas de tres huecos
- 2 triángulos verdes de seis huecos
- 8 tornillos hexagonales



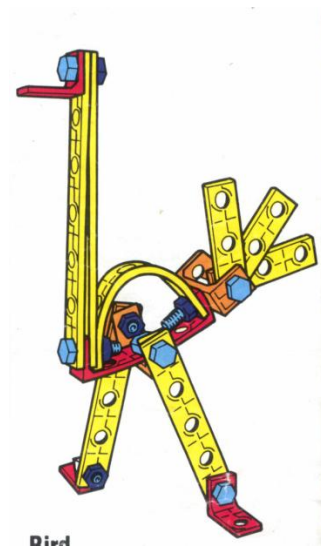
*Orden #3.*

Tipo de figura: Pájaro

Cliente: Diseños S.A.S.

Partes necesarias:

- 3 rejillas amarillas de cinco huecos
- 3 rejillas amarillas de tres huecos
- 2 rejillas amarillas de siete huecos
- 2 angulos rojos de dos huecos
- 2 U naranjas de tres huecos
- 1 U roja de cinco huecos
- 9 tornillos
- 9 tuercas



#### Orden # 4.

Tipo de figura: escalera

Cliente: Crear Ltda

Partes necesarias

- 2 rejillas amarillas de seis huecos
- 2 rejillas amarillas de cinco huecos
- 3 U naranjas de tres huecos
- 10 tornillos
- 10 tuercas

#### Orden # 5.

Tipo de figura: Soldado

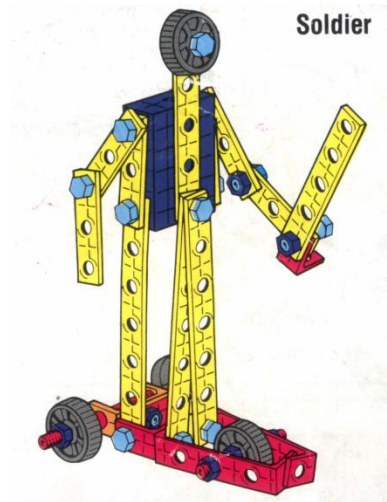
Cliente: armatodo S.A

Partes necesarias

- 3 rejillas amarillas de siete huecos
- 2 rejillas amarillas de cinco huecos
- 5 rejillas amarillas de tres huecos
- 4 llantas grises
- 1 tornillo rojo mediano



- 1 tornillo rojo grande
- 13 tornillos
- 19 tuercas
- 1 caja morada
- 1 ángulo rojo de dos huecos
- 2 U de tres huecos
- 2 U de cinco huecos



## Práctica No. 7

**Tema:** inventario manual e inventario automatizado

**Preparación previa:** lectura 8 de la guía de lecturas para preparación de prácticas

**Objetivo:** comparar el manejo de inventario realizado manualmente y automatizado

**Materiales y equipos:**

- Terminal portátil para lectura de CB
- Etiquetas de códigos de barras
- Antenas de radiofrecuencia
- Tags de radiofrecuencia
- Servidor

### **Procedimiento:**

Licores S.A , tiene una gran preocupación por el control de sus inventarios ya que debe manejar grandes cantidades y hacer esto manualmente constituye un gran gasto de tiempo y personal, además de que se ha incurrido en ciertos errores. Por lo anterior la licorera ha decidido implementar un sistema automatizado que le permite controlar sus inventarios rápidamente, aunque aún no sabe cuál adquiriría específicamente ya que tiene varias opciones. Por tal motivo usted debe validar cada uno de los métodos y escoger el que mejor se ajuste en términos de tiempo y beneficios para la empresa, suponiendo que esta es generosa a la hora de comprar el sistema y que por lo tanto el dinero no es un problema.

1. Realizar el conteo del inventario manualmente y tomar el tiempo que se demora dicho proceso.
2. Realizar el conteo del inventario por medio de códigos de barras y contabilizar cuanto se demora.
3. Realizar el conteo por medio de radiofrecuencia, organizando los productos en dos cajas repartidos de manera equitativa. Contabilizar el tiempo que demora el proceso.
4. Organizar los productos en la estantería inteligente, retirar un producto simulando un despacho y verificar el inventario.
5. Discutir lo realizado en la práctica.

### **Preguntas:**

1. Realizar un cuadro comparativo entre las tres opciones, destacando las ventajas y desventajas que tiene cada una respecto a la otra
2. De acuerdo con el cuadro comparativo, diga cuál es su conclusión acerca de la implementación del nuevo sistema en la compañía, especificando que tipo de tecnología aconseja usted usar o que mezcla de ellas.

### **Requerimientos del informe:**

Realizar un cuadro comparativo para especificar ventajas y desventajas de las tres opciones. De acuerdo con la discusión hecha en clase y lo realizado en la práctica dar un informe a la empresa sobre la situación de la misma.

---

**Zona para el instructor o monitor:** organizar al curso en grupos de tres personas. Terminada la práctica iniciar una discusión acerca de lo realizado y de la percepción de los estudiantes acerca de las tres opciones vistas.

## Práctica No. 8

**Tema:** manejo del inventario en proceso

**Preparación previa:** lectura 7 de la guía de lecturas para preparación de las prácticas

### **Objetivo:**

Comprender la entrada y salida de productos durante el proceso productivo.

### **Materiales y equipos:**

- Etiquetas de código de barras.
- Lectores de códigos de barras.
- Etiquetas de RFID
- Lectores de RFID
- Banda transportadora
- Diferentes tipos de productos
- Computador

### **Procedimiento:**

La empresa XYZ acaba de adquirir un sistema de radiofrecuencia que identifica las unidades que van pasando en la banda transportadora, y de esta manera sino logra ser identificado es expulsado antes de que llegue al destino final. Con este nuevo sistema y con el código de barras esta empresa logra identificar de manera más fácil las entradas y salidas dentro del sistema. Para esto ud debe realizar los siguientes pasos:

1. Introducir los productos al sistema utilizando el código de barras, para darle una identificación a cada producto.
2. Verificar que en el computador aparezcan las entradas
3. Después de realizar la entrada al sistema de cada producto, ubicarlos en la banda transportadora.
4. Al pasar por el sistema de radio frecuencia las piezas " salen del sistema ". Verificar que aparezcan en el computador como salidas
5. Colocar un producto sin que haya sido pasado por el proceso de entrada y analizar lo que sucede.

**Preguntas:**

1. ¿Cómo nos ayuda este sistema para conocer cuál es nuestro inventario en tránsito? Identifique las ventajas

**Requerimientos del informe:**

Sin anotaciones

---

**Zona para el instructor o monitor:** armar grupos de trabajo de tres personas

**Práctica No.9**

**Tema:** control de inventarios a lo largo de la cadena productiva

**Preparación previa:** lectura 8 de la guía de lecturas para preparación de prácticas

**Objetivo:**

Comprender la importancia de realizar un control del producto a lo largo de toda la cadena de abastecimiento.

**Materiales y equipos:**

- Etiquetas de código de barras.
- Lectores de códigos de barras.
- Etiquetas de RFID
- Lectores de RFID
- Sensor de pesaje y dosificación
- Banda transportadora
- Bolsas plásticas con capacidad para 500 g y 1000 g
- Arroz
- Maquina selladora
- Computador

### **Procedimiento:**

La empresa arrozicesi S.A en busca de tener un mejor control logístico, ha adquirido la última tecnología en dispositivos de control de inventarios, esta incluye CB, RFID, GPS y sensores. Esta es una empresa multinacional, con una larga trayectoria y que abastece a todos los supermercados del país, siendo la marca líder.

Ustedes como un grupo deben encargarse de toda la cadena de abastecimiento de acuerdo con el pedido que se le entregará de modo que el cliente reciba su pedido tal y como lo solicito, al mismo tiempo deben comprender como es el funcionamiento de los dispositivos que la empresa ha adquirido para el control de su mercancía, pasando por la materia prima, el producto en proceso, y el producto terminado.

1. Le han entregado una orden de producción. Ver anexo
2. De acuerdo con la orden de producción asignen quien ocupara cada puesto de trabajo : ubicar las bolsas en la banda transportadora, llenar la bolsa en el dosificador, sellar las bolsas, ubicar el pedido en la caja
3. Cuando se tenga el pedido listo se debe hacer el registro de entrada el centro de distribución e igualmente para su despacho.

### **Preguntas:**

1. Ilustre el proceso visto en el laboratorio
2. ¿Qué tipos de controles para el producto identifico durante el proceso?
3. ¿Cree que los controles usados son los adecuados?
4. Tomando como punto de partida lo realizado en el laboratorio, escriba una descripción de lo que es una cadena de abastecimiento inteligente.

### **Requerimientos del informe:**

Se debe presentar un gráfico donde se muestre todo el proceso del producto, especificando los controles que se identificaron.

---

**Zona para el instructor o monitor:** cada grupo debe tener 4 integrantes debido al número de puestos de trabajo, cada bolsa que se vaya llenando debe ser registrada por medio de código de barras, y la caja en la que vaya el pedido completo debe registrarse con un tag de radiofrecuencia tanto para su entrada como para su despacho.

Anexar la siguiente orden de pedido:

Pedido No. 2345

Cliente: supermercado la quinta.

7 bolsas de 500 grs

5 bolsas de 1000 grs

2 bolsas de 2500 grs

### **Práctica No.10**

**Tema:** Picking

**Preparación previa:** capítulo 8 "order picking operations" libro world class warehousing and material handling. Edward Frazelle

Capítulo 3 "tratamiento de pedidos en el almacén" libro almacenes, análisis, diseño y organización" Julio Juan Anaya Tejero

**Objetivo:**

Comprender el proceso de picking en un centro de distribución

**Materiales y equipos:**

- Etiquetas de código de barras.
- Lectores de códigos de barras.
- Etiquetas de RFID
- Lectores de RFID
- Sensores
- Bolsas de arroz de 500 g y 1000g
- Computador

**Procedimiento:**

1. De acuerdo con la orden de despacho entregada realice el picking correspondiente. ANEXO
2. Contabilice el tiempo que se demora en realizar el picking de su pedido
3. Debata con otros grupos acerca de la experiencia

**Preguntas:**

1. Describa el proceso de picking que le correspondió
2. Que dificultades encontró con el método asignado para realizar el picking
3. De acuerdo con lo debatido con los otros grupos que ventajas y desventajas encuentra en el método asignado para realizar el picking

**Requerimientos del informe:**

Para la pregunta número tres es necesario realizar un cuadro comparativo intercambiando información con un grupo que haya realizado la actividad con otro método.

**Zona para el instructor o monitor:**

Se deben conformar grupos de tres personas y repartir equitativamente los grupos de manera que se les asigne a unos un picking por medio de CB y a otro por RFID.

---

**ANEXO:**

Orden de despacho No. 1435
7 bolsas de 500 grs
5 bolsas de 1000 grs
2 bolsas de 2500 grs

#### 6.4 Propuesta económica.

Para el desarrollo de las prácticas propuestas es necesario contar con los elementos necesarios; por ello realizamos una cotización para determinar el monto económico.

La cotización de los elementos necesarios para las prácticas de CB y de RFIS fue hecha por el Ingeniero Juan Gutiérrez de la empresa Líneas Datascan, en esta se cotizaron diferentes impresoras, terminales portátiles y los insumos necesarios.

Elemento para CB-RFID	Costo unitario US	Cantidad	Costo total
Impresora RZ400	3225	1	3.225
Terminal Portátil MC319Z	2950	8	23600
Cradle de Carga y Transmisión de Datos	265	4	1060
Batería adicional	75	4	300
Etiqueta Polipropileno de 76mm x 20mm	0.22	2000	440
			28625

La cotización de los elementos necesarios para las prácticas de GPS fue realizada por la empresa Rastreo Satelital Colombia. Quien son los encargados de vender el plan que cuenta con servicio de: botón de pánico, estado (Motor Encendido/Apagado), alarmas (Botón Pánico) y reporte cada 10 minutos. También cotizaron un GPS de bolsillo.

Elementos para GPS	Costo unitario	Cantidad	Costo total
GPS bolsillo P50	490000	2	980000



Plan GPS	49000	1	49000
			1029000

## **6.5 Seguimiento de la elaboración de las guías**

Dentro del proceso de realización de las prácticas de laboratorio se incluyó dos visitas a la oficina de Leonardo Rivera, jefe de departamento de Ingeniería Industrial. La primer visita se realizó en el mes de octubre, en ella el leyó las practicas iniciales que se tenían y nos asesoró de manera que nos centró un poco más para poder realizar lo que realmente se necesitaba. Con las correcciones hechas se realizó una segunda visita el 15 de noviembre de 2011 para revisar nuevamente el contenido de las guías. Se generaron unas nuevas correcciones, que una vez realizadas permitieron dejar las prácticas en su forma final.

Realizar estas dos visitas fue de gran ayuda para la elaboración del proyecto ya que contamos con una asesoría directa y muy completa.

Por otro lado, se realizaron dos visitas a la oficina de Efraín Pinto, director de Ingeniería Industrial, con el fin de recibir asesoría sobre el sistema de posicionamiento global GPS. En estas reuniones, él nos indico puntos claves a tener en cuenta sobre el GPS y nos familiarizo con algunas herramientas que podrían ayudarnos para la elaboración de las practicas.

Respecto a la validación con los estudiantes, se realizó una reunión con diez estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial, Administración e Ingeniería de Sistemas, con el objetivo de conocer su percepción acerca de las mismas, es decir si la idea era clara, si la actividad a realizar como tal era atractiva y si sentían que aportaba a su desarrollo académico, siendo de gran ayuda para su futuro profesional.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

- Después de realizar visitas a otras universidades y poder apreciar el laboratorio de ingeniería industrial existente, se puede percibir que la Universidad Icesi cuenta con una desventaja en este aspecto ya que no se ha generado un espacio completo que permita que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos en clase de manera experimental, mientras que otras universidades tienen un espacio muy bien dotado donde se pueden llevar a cabo un gran número de actividades. Es importante entonces, la realización de tal laboratorio, de manera que tanto la universidad como sus estudiantes sean más competitivos.
- Para la realización de las guías se analizó primero que asignaturas eran de interés para aplicarlas, con lo cual se detectó que hay muchas situaciones teóricas que permiten llevar a cabo una actividad práctica de manera que el estudiante puede detectar y capturar más fácilmente tal conocimiento.
- El control de inventarios es un punto clave en cualquier organización, por lo cual crear una base de conocimiento fuerte en la universidad por medio de situaciones dentro del laboratorio que simulen situaciones reales es de gran importancia para que el estudiante desarrolle competencias acerca de un tema con el que seguramente se enfrentara en el momento que ingrese al mundo laboral.
- las organizaciones hoy en día buscan una mayor automatización en sus procesos y como caso específico referente al proyecto, en su control de inventarios. Visitando varias industrias del sector se pudo corroborar esto, ya que todo el manejo de inventarios se lleva a cabo por medio de alguna tecnología, y las personas pertenecientes a las organización expresan la necesidad de que los egresados de ingeniería industrial tenga un amplio conocimiento sobre esto y que además hayan tenido un acercamiento previo de manera que pueden desenvolverse más rápida y fácilmente.

## 7.2 Recomendaciones

- Dado que las guías se enfocaron en el control de inventarios, sería una buena opción complementarlas de manera que se abarquen otro tipo de temas de ingeniería industrial.
- Para un próximo proyecto de grado que tenga relación con este, es aconsejable tener en cuenta el concepto de CDIO, para de esta manera generar actividades que estén mejor encaminadas a lo que el mundo actual en términos académicos requiere.

## GLOSARIO

**RFID:** Término genérico para denotar a todas las tecnologías que usan como principio ondas de radio para identificar productos de forma automática.

**Tags:** Etiqueta de radiofrecuencia, conformada por un chip y una antena. Es el encargado de albergar la información y enviarla a los dispositivos de captura automática de información cuando es necesario y requerido.

**Middleware:** Permite la conexión entre el mundo físico y el virtual. Filtra, administra y decide qué hacer con la información proveniente de los readers.

**EPC: Electronic Product Code.** Numero Electrónico de producto. Un número único diseñado para identificar de manera exclusiva cualquier objeto a nivel mundial. Se encuentra almacenado en un TAG de Radiofrecuencia (RFID).

**EPC Global:** Es una organización sin ánimo de lucro que surgió de una alianza entre EAN International y la UCC. Tiene como objetivo llevar las directrices internacionales en la adopción de sistemas EPC, garantizando el uso de estándares.

**Código de barras:** Forma de codificación de información (caracteres numéricos y alfanuméricos), usando una representación gráfica, mediante la combinación de barras negras y espacios blancos, paralelos y adyacentes, de diferentes medidas. Por tanto son eso códigos, con una representación gráfica diferente, mediante barras y espacios.

**GPS:** Sistema de posicionamiento global. Como su nombre lo indica es un sistema que permite ubicar cualquier objeto o persona en el globo terrestre de manera inmediata, mediante un sistema conformado por tres segmentos, el segmento espacial, el segmento de control, y el segmento del usuario.

**PPS:** Precise Positioning System. Es el servicio GPS de uso exclusivo para las labores militares de los Estados Unidos debido a su modo de funcionamiento que le permite ser muy preciso, con diferencias de tan solo unos pocos centímetros.

**SPS:** Estándar Positioning System. Es el servicio GPS estándar, es decir el de uso civil; este servicio es menos preciso que el anterior.

**Almanaque:** Información orbital de los satélites, que es enviada al receptor cuando este inicia el proceso de ubicación del objeto o persona deseado.

**Sensor:** Dispositivo que permite convertir una variable de un tipo en otra de otro tipo, permitiendo de esta manera que sea detectada y por ende medible,

## **8. ANEXOS**

### **8.1 GUIA DE LECTURAS PARA PREPARACION PREVIA DE LAS PRACTICAS DE LABORATORIO.**

#### **Lectura 1.**

##### **Funcionamiento de los códigos de barras**

El funcionamiento de un sistema de código de barras es sencillo, solo se debe apuntar el scanner hacia el código y el dato es leído en el computador, quien realiza las actividades necesarias. Los códigos de barras, se leen al proyectar un haz de luz sobre el código de barras impreso, o también al tomar una foto digital del mismo y decodificando la misma por software.

Esta luz proyectada sobre el código, tiene diferentes intensidades, dependiendo de si es barra negra (absorbe luz) o es espacio blanco (refleja luz). La intensidad de luz es medida por un fotodiodo que genera una onda que representa el ancho de las barras negras y de los espacios blancos. Esta onda, es un duplicado exacto del código leído, por lo cual se decodifica obteniéndose los caracteres ASCII, que representa el código.

##### **Partes**

Para el funcionamiento de los códigos de barras se deben tener impresos los códigos, por lo cual es necesario una Impresora de Etiquetas y un sistema de código de barras.

Para la lectura del símbolo son necesarios los lectores, que incluyen un emisor de luz, el scanner y el decodificador, que transforma la señal eléctrica procedente del scanner, en los códigos ASCII. Existen tres tipos: Lectores láser, Lectores CCD y Lectores Omnidireccionales o de manos libres.

Es necesario un dispositivo que registre la captura del dato que generen los lectores. Para ello se pueden conectar a una computadora o a una terminal portátil. Se requiere de un software con la aplicación que usted necesite.

El scanner es la parte optoelectrónica del dispositivo que transforma la imagen óptica del código de barras, en señales eléctricas.

##### **Beneficios de los códigos de barras**

El sistema de código de barras ofrece grandes beneficios ya que proporcionan un mejor servicio al cliente, una eficiencia operativa y brinda información clave para la

toma de decisiones. Además, tiene diversas aplicaciones como: el control de mercancía, de inventarios, de calidad, de producción, de acceso, de activos fijos, de almacenes, de tiempo y asistencia. Como también la identificación de paquetes, la facturación, el rastreo de equipaje, el intercambio electrónico de datos (EDI), las entregas justo a tiempo etc.

Por otro lado, la captura de datos es bastante rápida aproximadamente 300 lecturas por segundo, son muy exactas pues se generan mínimos niveles de error, es fácil de implementar por el operador, sus precios son asequible, hay un ahorro de tiempo en los procesos de captura de datos como en los costos de personal haciéndolo optimo en cuanto al costo beneficio.

## **Lectura 2.**

### **RFID**

#### **Componentes del RFID**

Etiquetas/Tags: dispositivo pequeño, que puede ser adherida o incorporado a un vehículo, un contenedor, un pallet, un paquete o en un ítem en una estantería; donde se almacena y transmite información hacia un lector utilizando ondas de radiofrecuencia. Estas contienen un minúsculo microprocesador (chip semiconductor) y una pequeña antena de radio, aunque hay algunos que no contienen este microchip. La energía, batería o fuente de alimentación es uno de los principales factores que determina el costo y la vida del tag. Para su utilización es necesario uno o más Tags y uno o más dispositivos de lectura/escritura. Se pueden clasificar de diversas maneras, teniendo en cuenta su alimentación o su lectura/escritura:

Pasivos: No requieren de una fuente de energía interna. La energía necesaria para acceder a la información contenida en la memoria del circuito integrado, para transmitir información al lector, es brindada por el campo electromagnético que es creado por el lector. Son los más económicos y los de menor rango de comunicación, pero por su relación costo/beneficio son los más utilizados.

Activos: Requieren una fuente de energía interna, para enviar la señal al lector. Tienen una distancia de lectura amplia y una mayor capacidad de almacenar información, además pueden tener otras funcionalidades como sensores de temperatura, velocidad o movimiento, que pueden ser de gran utilidad en productos costosos o perecederos. Son los más caros del mercado pero tienen un retorno de la inversión en muchas aplicaciones. Un ejemplo de este tipo de tags es el sistema TeleTac que sirve para pagar el peaje sin tener que parar.



Semi-activos (= semi-pasiva): la transmisión de información, es del mismo modo que las etiquetas pasivas. Sin embargo, requieren de una fuente de energía interna para realizar funciones adicionales como monitorear la temperatura o el movimiento. Contienen un rango o distancia de lectura más elevada que los pasivos.

Tag Frequency	General Tag Type	Approximate			
		Range	Transmission Rates	Power Consumption	Cost
Low	Passive	< 1 m	1 – 2 kb/s	20 $\mu$ W	\$0.2 - \$1.0
High		1.5 m	10 – 20 kb/s	200 $\mu$ W	\$1 - \$10
Ultra High	Active	10 – 30 m 20 – 100 m*	40 – 120 kb/s	0.25 – 1.0 W	\$10 - \$30

\* with battery-powered tags

#### Ilustración 16. Comparación tags activos y pasivos

Fuente: integrating the supply chain with RFID: a technical and business analysis, Zaheeruddin Asif y Munir Mandviwalla, Temple University

Los tags RFID tienen diversas formas y tamaños dependiendo del entorno donde se utilizara. También están encapsulados en diferentes tipos de material como el plástico (PVC) o botones cuando se requiere mayor durabilidad o se utilizan en ambientes hostiles. También pueden estar insertadas en tarjetas de plástico como las de crédito (“contactless, Smart cards”), o láminas de papel (similar a los códigos de barra “smart labels”). Cuando se utilizan en ambientes corrosivos, líquidos se encapsulan en cristal o cerámica.

Los tags tienen diferentes tipos de memorias, una es la anticolisión que permite conocer cuándo debe transmitir la información para no dificultar o molestar otras lecturas. Hay una memoria de solo lectura, la cual lee la identificación y la otra es de lectura y escritura, permitiendo cambiar la identificación. Algunos tags pueden encriptar la información en la comunicación, y otros solo responden a lectores que les proporcionan un password secreto.

Lectores: leen los tags RFID y comunican los códigos con el sistema de alto nivel (Middleware o ERP).

Antenas: son las que permiten la comunicación entre el lector y el tag, irradiando la señal RF. Vienen en diferentes formas, su tamaño puede variar ente menos de

un centímetro cuadrado hasta varios metros cuadrados. Hay dos tipos de antenas la antena de polarización circular la cual emite y recibe ondas de radio de todas las direcciones y la antena lineal polarizada tiene un mejor trabajo en una dirección, teniendo un mayor rango de operación. Las antenas de polarización circular, son menos sensibles al transmisor - receptor y a la orientación.

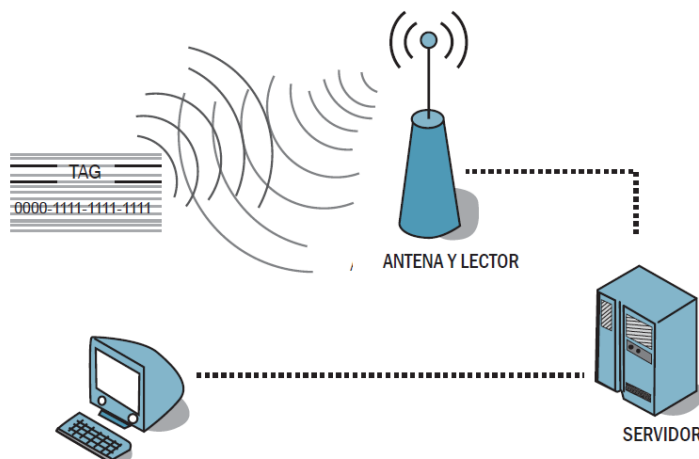
Software Middleware: permite la transmisión de datos de los tags desde los dispositivos lectores hasta las aplicaciones finales del cliente. Se encarga de la monitorización, la gestión de los datos y de los dispositivos; como también del filtrado de duplicados y la depuración de errores. Un middleware complejo debe ser capaz de transformar los datos de todo tipo de dispositivo AIDC (RFID, código de barras, GPS, satélite, sensores) y redirigirlos a aplicaciones o redes de cualquier tipo. Para así comprender y utilizar datos en tiempo real.

Impresoras/codificadoras: permiten grabar información en el chip del tag e imprimirlo con un código de barras. Esta información puede ser verificada.

### **Funcionamiento del RFID:**

El lector envía una señal, que es recibida por todos los tags sintonizados a la misma frecuencia presentes en el campo de RF, los tags seleccionados envían los datos almacenados a el dispositivo de lectura/escritura que recibe a través de su antena la señal del tag, la decodifica y transfiere los datos a un host.

Los sistemas de RFID tienen unas variables críticas que son: el rango de frecuencia de la comunicación, el tamaño de la información, la velocidad de la comunicación, la forma física del tag, la habilidad del sistema para comunicarse “simultáneamente” con múltiples tags, y la robustez de la comunicación respecto a la interferencia debida al material en el camino entre el lector y el tag.



Fuente: Nuevas tecnologías: sistema de identificación por radiofrecuencia RFID. Buenos Aires. Diciembre, 2007, vol.2. ISBN 978-987-24110-3-9.

Existen varios tipos de frecuencia que determina el alcance de la RFID, la resistencia a las interferencias y otros parámetros del rendimiento.

Low Frequency (LF 125 KHz): Es utilizada cuando hay distancias de lectura corta de unos pocos centímetros y no existe la presencia de líquidos o metales.

High Frequency (HF 13.56 Mhz): su rango de lectura cubre una distancia menor a 2m y es influida por la presencia de metales.

Ultra High Frequency (UHF 860-960 Mhz): es utilizada cuando se requiere identificar un gran número de etiquetas al mismo tiempo y a una gran distancia. Está influida por la presencia de metales y líquidos.

Microwave (MW 2.45 Ghz): es utilizada cuando se requieren etiquetas activas, que permiten una gran distancia de lectura y una alta velocidad de transferencia de datos.

### **Ventajas de RFID**

Esta tecnología tendrá un gran crecimiento en los próximos años, gracias a sus diversas ventajas. Como son las diferencias entre el código de barras y el RFID, pues este no necesita un contacto directo con un escáner, por lo tanto no es necesario pasar uno a uno todos los productos por un lector. Además, se pueden leer a través de distintos materiales, permitiendo saber cuántos productos hay en una caja y qué tipo de producto es sin necesidad de abrirla.

Tienen gran capacidad de almacenar información y de transportarla, lo que hace posible tener datos que son de suma importancia para obtener un seguimiento total del producto a lo largo de la cadena, además esta información puede ser actualizada cuando sea necesario.

Brinda una identificación instantánea, proporcionando mayor rapidez en el servicio, brindando una mayor velocidad y precisión. Además, puede capturar señales de varios tags a la vez aumentando significativamente la velocidad del flujo de la información. Como también tienen una gran resistencia a ambientes hostiles con temperaturas extremas y humedad.

Su empleo puede ayudar a reducir el número de pérdidas y robos, a planificar el inventario, a organizar los pedidos y, en resumen, a lograr una mayor eficiencia y

rapidez en el trabajo. Las empresas podrán controlar al detalle todos sus productos: no sólo dónde están, sino en qué condiciones se encuentran.

Algunas de estas ventajas se aprecian con el ejemplo presentado por Zaheeruddin Asif y Munir Mandviwalla (2005) donde nos muestra que una prueba realizada en

el Reino Unido, por Marks & Spencer, se comparó los códigos de barras con el RFID y vieron que se requerían 17.4 minutos para leer 36 cajas con los códigos de barras, mientras que se requerían tan solo 3 minutos para leer 3.500.000 cajas con etiquetas RFID, hubo una reducción del 83% en tiempo de lectura.

A pesar de las enormes ventajas que ofrece, el RFID no ha tenido un gran crecimiento en el mercado por sus costos, aunque han venido bajando poco a poco, además en Europa existe una escasez de espectro radioeléctrico.

Las compañías deben compara el costo de leer sus producto con códigos de barra y con RFID, teniendo en cuenta la amortización de los lectores e impresoras/codificadoras, el precio de los tags y el valor de la mano de obra. Como también el elevado ciclo de vida de los tags y la reutilización de estos. Para ver si la diferencia en los costos es tan alta comparada con los beneficios obtenidos, además se debe tener en cuenta el ROI que es el retorno de la inversión pues con la RFID se ofrecen más y mejores servicios que le reportarán más ingresos a las compañías.

Ver los siguientes links:

<http://www.youtube.com/watch?v=7nYNde3557M>

<http://www.youtube.com/watch?v=kxAay2j141k>

### **Lectura 3.**

#### **GPS**

El sistema de posicionamiento global (GPS), es un sistema que permite ubicar cualquier objeto o persona en el globo terrestre de manera inmediata, sin importar la hora, con un error de tan solo algunos metros. Es una herramienta de gran importancia para actividades profesionales, como lo son la marina, la defensa nacional, la aviación, el seguimiento de vehículos, entre otras; pero se ha vuelto también una herramienta de uso común para actividades de ocio como lo son la pesca, las expediciones, diferentes competencias, para uso en los celulares, y para actividades comerciales, pues proporciona un medio de seguridad muy eficiente. Este sistema fue desarrollado por el departamento de defensa de los estados unidos en 1978, con el fin de superar las herramientas de posicionamiento existentes anteriormente, ya que se buscaba una mayor efectividad para obtener mejores resultados en sus operaciones, por lo tanto este

sistema es controlado y financiado por la fuerza aérea de los estados unidos, la cual cuenta con el modo PPS (Precise Positioning System) para uso militar propio, el cual es muy preciso, mientras que los civiles pueden acceder al servicio GPS pero por medio del SPS (Estándar Positioning System), el cual es estándar, lo que indica un precisión en la ubicación menor . Un satélite puesto en el espacio cuesta 60 millones de dólares, mantener anualmente el sistema de satélites alrededor de 400 millones de dólares y mantener las estaciones de control 30 millones de dólares.

## **Composición**

**El sistema está compuesto por tres elementos, a los cuales se les llama segmentos:**

Segmento espacial: este segmento hace referencia los 24 satélites ubicados alrededor de la tierra a aproximadamente 20000 kilómetros de altura, los cuales emiten información continuamente las 24 horas del día para proporcionar la ubicación que se desee, ya sea una ubicación terrestre, aérea o marítima. Estos satélites están ubicados con una inclinación de 60 grados respecto al ecuador, formando 6 orbitas cada una de 4 satélites, y haciendo cada satélite una revolución cada 12 horas. Cada uno de los satélites trasmite un mensaje indicando su posición orbital y la hora exacta de generación del mensaje, además se trasmite también un almanaque que permite ubicar los demás satélites a partir de la ubicación de uno solo. Este conjunto de satélites pertenece al bloque II, y cuentan con cuatro relojes atómicos, dos de cesio y dos de rubidio, los cuales son relojes de alta precisión, que les permiten a los satélites estar sincronizados aun después de 14 días de no haber tenido contacto alguno con las estaciones terrenas<sup>21</sup>; en caso de que haya alguna falla o accidente con estas estaciones , se acude al bloque IIA, el cual puede permanecer 6 meses sin tener contacto con la tierra y seguir sincronizado ; pero después de este tiempo ocurriría un descuadre, por lo cual existe otro bloque que es el IIR, el cual puede aguantar mucho más tiempo en esta situación.

---

<sup>21</sup> CORREIA, Paul. Guía práctica del GPS. Barcelona: Marcombo Editores, 2002 p.10

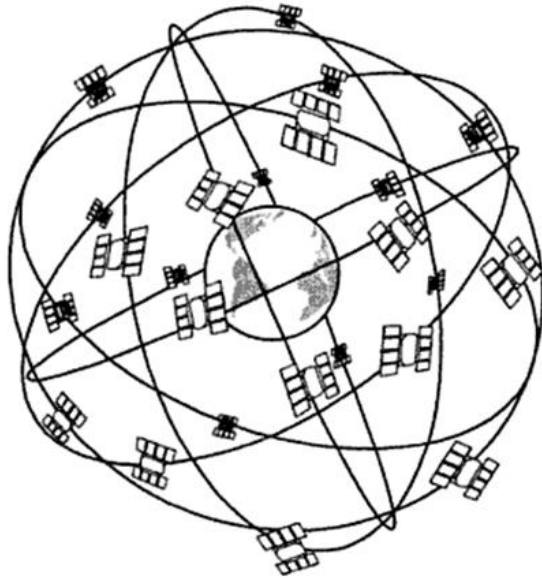


Ilustración 17. Constelación de satélites alrededor de la tierra

Fuente: CORREIA, Paul. Guía práctica del GPS. Barcelona: Marcombo Editores, 2002 p.9

Segmento de control: son las estaciones terrenas para el control y mantenimiento de la constelación de satélites. La estación maestra de control está ubicada en la base aérea de falcón colorado y hay cinco estaciones más ubicadas en la isla de Ascensión (Atlántico Sur), la isla de Diego García (Océano Índico), Kwajalein (Pacífico Occidental), Hawái (Pacífico Oriental) y Colorado Springs (EEUU), y una estación central de reserva, ubicada en Sunnivale (California).

Segmento del usuario: este segmento está conformado por la antena receptora y el receptor GPS, el cual realiza los cálculos para darle al usuario las coordenadas de la ubicación; estos receptores se encuentran en el mercado, el usuario lo elige de acuerdo a varias consideraciones como la precisión deseada y el uso.

### **Funcionamiento:**

El proceso que realiza el GPS para encontrar una ubicación inicia cuando se pone en marcha el receptor, en este momento se carga la información orbital de los satélites (almanaque)<sup>22</sup>, lo cual dura aproximadamente 12, 5 minutos y puede

<sup>22</sup> LETHAM, Lawrence. GPS fácil: uso del sistema de posicionamiento global. Barcelona: Editorial Paidotribo,2001 p. 16

aumentar o disminuir dependiendo de las condiciones. Después el receptor manda una señal al satélite para encontrarlo, el satélite transmite su posición exacta en el espacio con respecto a la tierra, y al mismo tiempo indica la hora exacta de dicha transmisión, de este modo se realiza una sincronización de los relojes del satélite y del receptor y una vez sincronizados se obtiene el tiempo que tarda en llegar el mensaje al receptor desde el satélite, y posteriormente la distancia entre los dos. Así, con la posición del satélite y la distancia se traza un círculo imaginario donde debe estar el receptor, con radio igual a la distancia encontrada, esto lo deben hacer tres satélites para que la intersección de los círculos de como resultado dos coordenadas (longitud y latitud) o cuatro satélites si se desea hallar también la altura.



Ilustración 18. Posición del receptor

**Fuente:** CORREIA, Paul. Guía práctica del GPS. Barcelona: Marcombo Editores, 2002 p.20

### **Gps tracking devices**

Los localizadores Gps, son dispositivos que permiten, como su nombre lo indica, localizar un objeto o persona deseado. El sujeto del cual se quiere tener un control, porta el dispositivo para que mediante este se obtengan las coordenadas de su ubicación en el momento necesario, y se envíen al servidor para ser procesadas y almacenadas y luego puestas a disposición del usuario por medio de un ordenador, un teléfono o celular o cualquier tipo de terminal que tenga la capacidad de conectarse al servidor que provee dicha información.

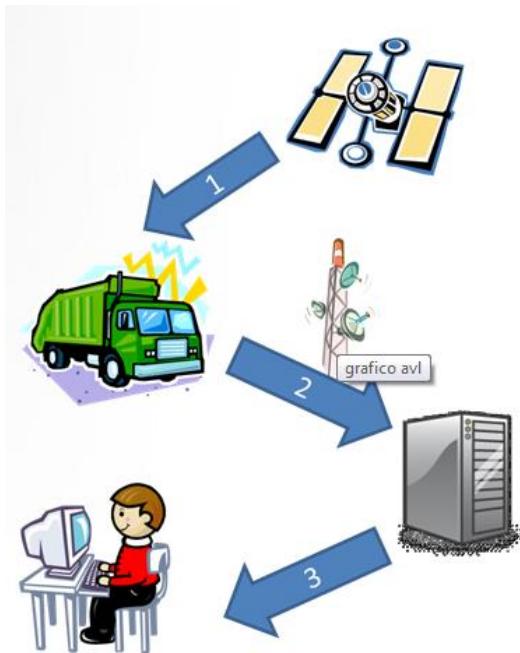


Ilustración 19. Dispositivo de localización

Fuente: [http://ecutrak.com/2010/?page\\_id=41](http://ecutrak.com/2010/?page_id=41)

Hay dispositivos de localización para personas, vehículos, mascotas y objetos; adaptado cada uno en su tamaño de acuerdo al objetivo y con baterías de larga duración, y además baterías externas con carga de hasta seis meses para casos en que sea necesario. Estos dispositivos permiten un seguimiento en tiempo real del objeto y un registro histórico de las rutas de los mismos, con el fin de tener un control estricto para evitar robos de los vehículos y pérdida de mercancía, o pérdida de mascotas o personas (niños, adultos mayores).

## Lectura 4

### Sensores

Un sensor es un dispositivo que permite convertir una variable de un tipo en otra de otro tipo, permitiendo de esta manera que sea detectada y por ende medible, para que con ella se lleven a cabo acciones de acuerdo al tipo de sensor.

Hay muchas formas de clasificar los sensores, se puede hacer de acuerdo al aporte de energía, la señal de salida, el modo de funcionamiento, o el tipo de relación entrada-salida.





Ilustración 20. Sensores

**Fuente:** <http://microcontrollersstuff.blogspot.com/2010/08/tarea-2-tipos-de-sensores-y-sus.html>

Sensores pasivos: necesitan una alimentación externa para llevar a cabo su función

Sensores activos: generan la señal sin alimentación externa

Sensores de contacto: son los sensores más simples que se encuentran en el mercado. Se activan al contacto con un objeto, siendo de gran utilidad para operaciones de seguridad.

Sensores de fuerza: este tipo de sensores además de cumplir con la función de los sensores de contacto, determina la presión con la que se lleva a cabo dicho contacto.

Sensores de presión: este tipo de sensor cuenta con elementos elásticos sensibles que perciben la presión produciendo un momento de flexión o deformación que luego se transforma en esfuerzo o desplazamiento.

Sensores de proximidad: estos sensores permiten realizar una acción cuando un objeto se aproxima a ellos, es decir que no requieren de contacto directo para actuar. Son los más comunes y su aplicación se ve en actividades como las cintas transportadoras y el conteo de piezas. Se dividen en inductivos, los cuales funcionan con un sistema de bobina y detectan objetos metálicos de acuerdo con la frecuencia de oscilación cuando se aproxima dicho objeto. Capacitivos, los cuales se usan para detectar un objeto no metálico, ya que como se explicó

anteriormente para uno metálico es preferible usar un sensor inductivo; estos sensores funcionan con un oscilador de alta frecuencia, el cual a medida que el objeto se acerca, oscila más rápidamente hasta llegar a un límite que haga que se active el circuito disparador. Ópticos: este tipo de sensor convierte los rayos de luz en señales electrónicas que funcionan mediante un emisor y un receptor.

**Ver los siguientes links:**

<http://www.youtube.com/watch?v=bqBO93ibmBk&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=tf1YxqtYeiE>

## **Lectura 5**

### **Problemática del transporte y la distribución**

El término "distribución" hace referencia al movimiento de los productos, desde el lugar de origen o almacén, hasta el destino donde se necesitan. Dentro del proceso de la distribución son claves los procesos de planificación y gestión.

Por otro lado, consideramos el transporte como el uso de los diferentes medios (incluyendo tierra, mar y aire) a partir de los cuales los productos se hacen llegar a su destino. Dentro del transporte también se tiene en cuenta la forma en que se contienen y embalan los productos (pallets, cartones, containeres, etc.).

Estamos en una época dominada por rápidas comunicaciones y conectividad global. Las exigencias de los clientes hacia los fabricantes y los distribuidores son cada vez mayores, se requiere una respuesta más rápida y eficaz a sus necesidades. La ventana de tiempo para las entregas es cada vez más pequeña, y los clientes quieren poder realizar una trazabilidad de la situación de su pedido en todo momento, lo que supone disponer de información actualizada en tiempo real y recibir confirmaciones de entregas.

Dentro de la parte del sector logístico dedicado a la distribución y al transporte se han detectado varios problemas de relativa importancia, que se pueden resolver, o al menos mejorar, mediante la aplicación de las tecnologías de la información y de las comunicaciones. Las actividades afectadas por estos problemas son los siguientes:

- Gestión de flotas: localización de unidades, organización de rutas, control de horarios y eficiencia.

- Gestión de la logística inversa y los retornos vacíos.
- Trazabilidad de los pedidos.
- Sistemas de control en el transporte de mercancías peligrosas.
- Gestión de la intermodalidad.

Gran cantidad de las mejoras en estos campos se pueden llevar a cabo mediante la aplicación de la identificación automática y captura de datos. El embarque, las operaciones de distribución y trazabilidad y gestión del transporte, son parte de los procesos en los que la automatización puede jugar un papel significativo.

### **Información de embarque**

En general, la gran mayoría de las empresas españolas, especialmente las pequeñas empresas dedicadas al transporte, reflejan todas las operaciones de entregas en documentos en papel. Los albaranes de entrega y el resto de la documentación relativa a un producto generalmente viajan con la mercancía. Cada recogida de productos que realiza un conductor se acompaña de la documentación correspondiente, que permanece con él hasta su llegada al centro de distribución, donde, tras la entrega de la documentación por parte del conductor al equipo encargado de la recepción, se empieza el proceso de entrada de datos en el sistema y con la descarga.

La entrada de datos manual es sensible al error humano, además de ser muy lenta, lo que provoca retrasos a la hora de realizar los embarques. Es bastante corriente que la información escrita se vaya acumulando según los conductores van completando sus entregas, y permanezca sin tratar hasta su regreso al centro de distribución.

La imposibilidad de disponer de la información actualizada con mayor rapidez provoca retrasos en la generación de las facturas y evita que se puedan ofrecer nuevos servicios a los clientes (como la trazabilidad de mercancías), cuyos problemas se podrían resolver con la aplicación de las tecnologías de captura de adecuadas.

A partir de la lectura de datos y la transmisión de la información, si se incluyen otros datos adicionales como el instante de llegada estimado y el personal del centro de distribución, se puede planear de una forma más eficaz la recepción de mercancías en el centro. De este modo, se evitan todos los procesos que se tenían que realizar antes de la descarga, y la información está disponible de forma casi inmediata, lo que le permite al encargado del centro de distribución determinar con anterioridad las necesidades de recursos (recursos humanos, necesidades de espacio, planes de salida de material, etc.) para gestionar la recepción.

## **Operaciones de distribución y trazabilidad**

En la actualidad, los sistemas de transporte y distribución están empezando a aprovecharse de las ventajas que ofrecen los sistemas de identificación y posicionamiento, para realizar un control del inventario en tránsito e incrementar la flexibilidad a la hora de gestionar las rutas de distribución. Estos sistemas usan generalmente el EAN/UCC GLN (Global Location Number) para mejorar la planificación y la gestión de la distribución. Usando este método de identificación, cada producto se puede localizar sin ambigüedad en cualquier lugar del mundo.

La combinación de la localización en almacenes junto con sistemas de gestión de flotas, permite mejorar de una forma efectiva la planificación y la gestión de los transportes en tránsito y llevar a cabo la trazabilidad de los productos y un inventario en todo momento.

## **Gestión del transporte**

Los sistemas de identificación y captura automática también se pueden utilizar para la gestión y el mantenimiento de los sistemas de transporte. Incorporando sistemas como el RFID se pueden identificar los vehículos individualmente de una forma eficaz para mejorar los sistemas de seguridad, gestión de acceso y mantenimiento.

## **Contribución de las TIC al transporte logístico: SGF**

Los sistemas de gestión de flotas son sistemas con una determinada cobertura, que puede ser nacional o incluso mundial, y que permiten la localización, el control y el seguimiento continuo de todo tipo de flotas de vehículos, ya sean estos automóviles, vehículos de carga, embarcaciones y motocicletas. Los SGF integran las tecnologías satelitales (GPS y el un futuro próximo el sistema Galileo europeo), las comunicaciones móviles y los sistemas de información geográfica (GIS).

El propósito de los sistemas de gestión de flotas es satisfacer las siguientes necesidades:

- Mejorar el servicio proporcionado al cliente, permitiendo trazar los vehículos.
- Incrementar la productividad, optimizando el uso de los equipos.
- Aumentar la responsabilidad de los operarios.
- Reducir los costes.
- Aumentar la seguridad de las operaciones.

Este tipo de sistemas, proporcionan una serie de servicios de valor añadido que benefician tanto al empresario como al trabajador:

La estructura de un sistema de gestión de flotas es sencilla: consiste en una plataforma que se utiliza para el seguimiento y localización de vehículos. Cada unidad dispone de un terminal que contiene un receptor GPS, que informa de su posición a la estación base de telefonía móvil más cercana (el método más común y económico es el envío de mensajes cortos SMS), permitiendo al administrador del sistema supervisar una flota completa de vehículos. Gracias a los datos recopilados por el sistema se pueden generar informes de uso y eficiencia de los diferentes equipos y operarios, los cuales permiten establecer comparaciones de rendimiento entre los diferentes equipos y trabajadores, responsabilizar a los trabajadores de las diferentes incidencias. Esta guía es un producto desarrollado en el marco del proyecto sucedidas, disminuir los riesgos de accidentes y aumentar la eficiencia, reduciendo costes y racionalizando los horarios.

En el último punto de la guía se adjunta información sobre soluciones TIC disponibles para la mayoría de operadores logísticos. Ayuda integral para la gestión inteligente de servicios · Los sistemas de ayuda integral para la gestión inteligente de servicios logísticos se encargan de la generación de rutas prefijadas geográficamente.

Los sistemas de detección de emergencias utilizan sensores distribuidos por el vehículo para detectar situaciones de anomalías y actuar en consecuencia.

**Documento tomado de:**

[http://www.cybersudoe.eu/es/uploads/guides\\_es/Guia\\_Cybersudoe\\_TIC\\_y\\_la\\_logistica\\_es](http://www.cybersudoe.eu/es/uploads/guides_es/Guia_Cybersudoe_TIC_y_la_logistica_es)

**Lectura 6**

**Cross docking**

Las industrias que avanzan rápidamente, como los bienes de consumo, alimentos, minoristas, farmacias y supermercados, y otros, el cross-docking es cada vez más reconocido como un medio indispensable para aumentar la velocidad de inventario y generar rendimientos.

El sistema de información cross-docking debe hacer posible que las operaciones de almacenamiento y movilización de su inventario de todo tipo se asegure que las cargas entrantes rápidamente se les de salida rápidamente, mejorando así el servicio al cliente y los costos económicos de la distribución de mercancías.

Cross-Docking ayuda a las empresas como la suya:

Evita costos de almacenamiento innecesarios

Mejorar la disponibilidad de los productos

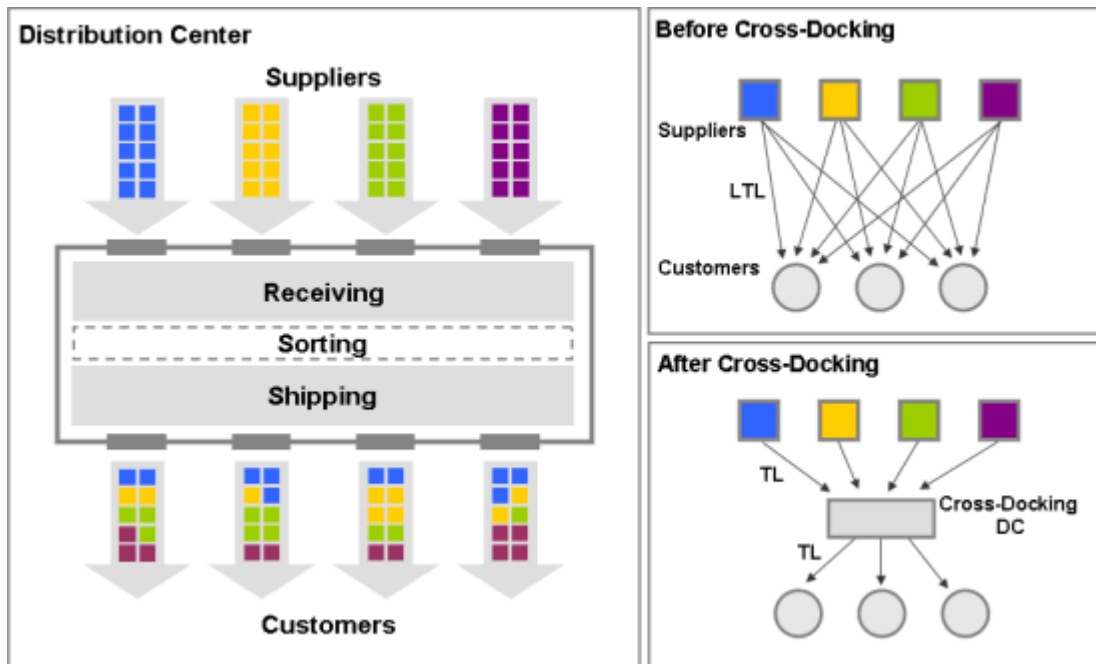
Des consolidación y consolidación de carga

Aumentar la satisfacción del cliente

Sea cual sea su negocio, el cross-docking ofrece un alto grado de flexibilidad. El flujo operativo de mercancías puede utilizarse para des consolidar lo que ingresa basado en todas las localizaciones de los almacenes minoritas o consolidarlas con el producto previamente seleccionado en muelle de salida, así cada tienda recibe el inventario y las cantidades que necesita en un mismo despacho. se pueden realizar despachos en tránsito que permitirán a las empresas con sistemas de pre alistamiento , realizar sistemas de cargue rápido que permitan descargar y cargar mercancía a diferentes destinos con esto conseguir tiempos de transito menores y mayor productividad del inventario. Estos sistemas permiten aprovechar la capacidad de las empresas para revisar las órdenes de salida, ver dónde están los pendientes, y que productos deben pasar directamente al proceso de despacho en la medida que se requiera. Como resultado, la carga puede ser combinada y consolidada rápidamente para garantizar que cada entrega que sale reúne los requisitos de nivel de servicio necesarios y agrupa los clientes destino.

**Documento tomado de:**

[http://www.visionlogistica.com.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=73&Itemid=76](http://www.visionlogistica.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=76)



Fuente: <http://establecersistemasdedistribucion.blogspot.com/2010/10/cross-docking-justo-tiempo-tiempo.html>

Ver los siguientes link:

<http://www.youtube.com/watch?v=qKZR4OlgmFE>

[http://www.youtube.com/watch?v=RbNzF\\_kw-Dg](http://www.youtube.com/watch?v=RbNzF_kw-Dg)

## Lectura 7

### Control de inventarios

Después del transporte los inventarios constituyen el principal componente de los costos totales de logística en la mayoría de las organizaciones, también constituye un problema que se presenta en cualquier sector ya sea industrial, comercial o de servicios, de aquí radica la gran importancia de tener un buen control de inventarios.

De acuerdo con Vidal<sup>23</sup>, 2010, estos se generan ya que hay un desfase entre la producción y la demanda del cliente. Es por eso que es de vital importancia, poder obtener información precisa en tiempo real sobre la demanda en el lugar de consumo para así facilitar la planeación de la producción. Existen otras estrategias para reducir este desfase, como es poder lograr la consolidación de los centros de distribución y las bodegas, como también estandarizar los productos para que las características finales del producto sean implementadas al recibir la orden. Se debe buscar procesos colaborativos a lo largo de la cadena de suministro. Es importante tener en cuenta que las principales causas que originan la necesidad de tener un control de inventarios, son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y el Lead time.

El principal error en cuanto a inventarios radica en que se definen teniendo en cuenta únicamente la demanda promedio, ocasionando un desbalance en el inventario ya que no se toma en cuenta la variabilidad de la demanda ni la variabilidad de los tiempos de reposición.

Por esto se debe diseñar e implementar una estrategia adecuada para su control, donde se tengan unos buenos pronósticos de demanda, se estime el patrón, el promedio y la variabilidad, como también se debe tener una medición adecuada de los tiempos de reposición y su respectiva variabilidad. Por otro lado, se debe implementar la clasificación ABC para conocer cuáles son los productos más importantes, que requieren de un mayor control.

Es importante definir cuáles son los lugares donde hay que mantener inventario dentro de la cadena de abastecimiento, como es el ciclo de vida del producto, la naturaleza del proceso productivo, los aspectos administrativos del control de inventarios y los aspectos financieros relacionados con inventarios. Se requiere generar unos indicadores de eficiencia que consideren todas las variables de interés.

Uno de los factores claves para la optimización de costos es invertir más en los inventarios de seguridad de ítems con una mayor variabilidad mientras se reducen los costos de inventario de seguridad de los ítems con poca variabilidad.

## **Lectura 8**

---

<sup>23</sup> VIDAL, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali: editorial UV, 2010 p.(15-20)



## **Cadenas de abastecimiento inteligentes**

Cuando hablamos de la cadena de abastecimiento, las compañías buscan mejorar la visibilidad de estas, manejar riesgos, conocer y servir mejor a los clientes, disminuir costos y tener éxito en la globalización. Con el desarrollo de nuevas tecnología estos desafíos pueden ser solucionados y podremos tener una cadena de abastecimiento inteligente.

Además, hoy en día las compañías no solo requieren la información dada en tiempo real sino que también necesitan que esa recolección de datos atraviese la cadena de abastecimiento. Es por esto que la base para una cadena de abastecimiento inteligente, se encuentra en la identificación por radiofrecuencia (RFID), con la cual se identifica un contenedor o su contenido mientras avanza por la planta, durante el transporte y finalmente cuando es vendido al minorista.

Sin embargo, en un estudio realizado por IBM se demuestra que los empresarios no tienen la visibilidad que desean; en este estudio se les pregunto a 400 ejecutivos de diferentes partes del mundo, si sus compañías tenían visibilidad en tiempo real de sus cadenas de abastecimiento. Solamente 15 por ciento de los ejecutivos contesto que sí. "El 75 por ciento dijo que tienen "de alguna manera" visibilidad en tiempo real, dice Butner, Líder global del instituto IBM para el valor del negocio; mientras que el 10 por ciento restante indicó no tener ninguno. Además el 70 por ciento de éstos encuestados divulgó que el desafío de la visibilidad en tiempo real afecta sus cadenas de abastecimiento a un grado significativo o muy significativo."<sup>24</sup>

Según IBM<sup>25</sup>, las tecnologías que brindan una mejor visibilidad de la cadena de abastecimiento son el RFID, los sensores y el GPS ya que permiten recoger y entregar datos en tiempo real con respecto a cada fase de la cadena.

Por otro lado, esta tecnología permite la automatización de los procesos de captura de datos en la fabricación y en la distribución, ofreciendo una base de datos portátil que funciona en todo el ciclo de vida del producto, guardando los

---

<sup>24</sup> RFID: journal the world's RFID authority: RFID, tecnologías sensoriales pueden construir cadenas de abastecimiento más inteligentes. Artículo 4763, p.1

<sup>25</sup> Ibid., p.1-3

datos genealógicos del producto, las actualizaciones y los ajustes, una vez comercializado. Al tener este historial completo adjunto al producto se puede minimizar el riesgo de garantía.

En cuanto a la administración de Inventarios, el RFID facilita enormemente todo el control de este pues permite realizar un recuento cíclico rápido y preciso, permite la renovación automática de pedidos, elimina la pérdida de actividad, reduce o elimina el inventario, optimiza el espacio y reduce los costos.

Esta tecnología implica una mejora en los tiempos de inventario, reduciendo de este modo el STOCK y facilitando las decisiones de producción en función de los pedidos y de la materia prima almacenada; con esto los espacios son utilizados para la producción en sí y no para el almacenaje.

Según el Institute of Technology Management, Chiao-Tung University<sup>26</sup>, el RFID es una tecnología con un gran potencial que ayuda al manejo de una cadena de abastecimiento global. Es por esto que la cadena minorista más grande del mundo Wal-Mart en enero del 2005 empezó a utilizar RFID, con el fin de tener una mayor eficiencia en el seguimiento de la mercancía a lo largo de su cadena de suministro. También busca reducir la mano de obra, los costos de inventario y limitar el número de faltantes. El poder adquisitivo y la influencia sobre sus proveedores, hace que Wal-Mart sea la fuerza motriz para impulsar la adopción a nivel mundial de los sistemas RFID.

Teniendo en cuenta los estudios realizados por Zaheeruddin Asif y Munir Mandviwalla<sup>27</sup> (2005), el Departamento de Defensa de EE.UU con 43.000 proveedores, quiere reducir por medio del RFID las pérdidas ocasionadas por la falta de información ya que para el 2003 se generó una diferencia de 1,2 billones de dólares entre el material enviado y el material recibido en Irak.

---

<sup>26</sup> NIEN, Chu wu et. al. Challenges to global RFID adoption. Taiwan:Chia-lung University,2006 p.1

<sup>27</sup> ASIF, Zaheeruddin et. al. Integrating the supply chain with RFID: a technical and bussiness analysis. Philadelphia: Temple University, 2005 p.2

## Bibliografía

ANAYA, Julio Juan. Almacenes, análisis, diseño y organización. Madrid: ESIC Editorial, 2008. 241 paginas.

ASIF, Zaheeruddin et. al. Integrating the supply chain with RFID: a technical and bussiness analysis. Philadelphia: Temple University, 2005. 59 páginas

BOWERSOX, Donald J. Administración y logística en la cadena de suministros. Segunda edición. McGraw Hill Página 108-109

CORREIA, Paul. Guía práctica del GPS. Barcelona: Marcombo Editores, 2002. 186 páginas.

FRAZELLE, Edward. World class warehouse and material handling. Estados Unidos De America: McGraw-Hill, 2002. 241 paginas.

GONZALEZ ZAMORA, Hipólito. El proyecto educativo de la Universidad Icesi y el aprendizaje activo. Santiago de Cali: Publicaciones Icesi, 2010. 60 páginas

LETHAM, Lawrence. GPS fácil: uso del sistema de posicionamiento global. Primera Edición. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2001. 287 páginas

NIEN, Chu wu et. al. Challenges to global RFID adoption. Taiwan: Chia-lung University, 2006. 7 páginas

Nuevas tecnologías: sistema de identificación por radiofrecuencia RFID. Buenos Aires. Diciembre, 2007, vol.2. ISBN 978-987-24110-3-9.

RFID: journal the world's RFID authority: RFID, tecnologías sensoriales pueden construir cadenas de abastecimiento más inteligentes. Artículo 4763

SIPPER, Daniel et. al. Planeación y control de la producción. Primera edición. Editorial McGRAW-HILL, 1977. 621 paginas.

VIDAL, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Primera edición. Santiago de Cali: Editorial UV, 2010. 432 paginas.

[www.elsevier.com/locate/technovation](http://www.elsevier.com/locate/technovation)

<http://www.bluescan.com.es/bluescan/www/historia.html>

<http://www.datacode.com.mx/codigo-de-barras-2.html>

<http://www.datacode.com.mx/ventajas-codigos-de-barras.html>

}}}}

<http://www.datacode.com.mx/codigo-de-barras.html>

<http://www.datacode.com.mx/tipos-codigo-de-barras.html>

[http://www.ccv.org.co/ccvnueva/files/PASOS PARA REGISTRAR CODIGOS DE BARRAS.pdf](http://www.ccv.org.co/ccvnueva/files/PASOS_PARA_REGISTRAR_CODIGOS_DE_BARRAS.pdf)

[http://www.bluescan.com.es/bluescan/www/ventajas del codigo de barras.html](http://www.bluescan.com.es/bluescan/www/ventajas_del_codigo_de_barras.html)

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11417/fichero/Cap%EDtulos%252F4-+Tipos+de+dispositivos+GPS.pdf>

[http://ecutrak.com/2010/?page\\_id=41](http://ecutrak.com/2010/?page_id=41)

[http://www.fing.usach.cl/fing/index.php?option=com\\_content&task=view&id=474&Itemid=219](http://www.fing.usach.cl/fing/index.php?option=com_content&task=view&id=474&Itemid=219)

<http://noticias.universia.cl/vida-universitaria/noticia/2009/08/16/281422/experta-mit-propone-nueva-forma-ensenar-ingenieria.html>

[http://www.cetemmsa.com/?q=es/transferencia\\_servicios\\_rfid](http://www.cetemmsa.com/?q=es/transferencia_servicios_rfid)

[http://www.rasesa.es/pub/rss/asp/rss\\_sol.asp?p=2](http://www.rasesa.es/pub/rss/asp/rss_sol.asp?p=2)

<http://www.fitec.org/general/APL>

[http://www-05.ibm.com/services/es/ics/pdf/Folleto RFID 2\\_esp\\_26-09-06.pdf](http://www-05.ibm.com/services/es/ics/pdf/Folleto_RFID_2_esp_26-09-06.pdf)