

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Logística Comercial Nacional e Internacional



Universidad de Bogotá
JORGE TADEO LOZANO

**USO DE PALÉS DE PLÁSTICO RECICLADO EN ALMACENAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN FÍSICA NACIONAL E INTERNACIONAL Y EL IMPACTO Y
APORTE QUE HACEN DENTRO DE UN CONTEXTO DE LOGÍSTICA VERDE Y
RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL**

Andrea Yanneth Leguizamón Sanabria

Ana Milena Acosta Rodríguez

Carlo Fernando D´vera Pérez

Bogotá D.C

2013

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Logística Comercial Nacional e Internacional



Universidad de Bogotá
JORGE TADEO LOZANO

**USO DE PALÉS DE PLÁSTICO RECICLADO EN ALMACENAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN FÍSICA NACIONAL E INTERNACIONAL Y EL MPACTO Y
APORTE QUE HACEN DENTRO DE UN CONTEXTO DE LOGÍSTICA VERDE Y
RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL**

Andrea Yanneth Leguizamón Sanabria

Ana Milena Acosta Rodríguez

Carlo Fernando D´vera Pérez

Trabajo de grado presentado como requisito para pítar el título de Especialistas en

Logística Comercial Nacional e Internacional

Director

CELSO MIGUEL MELO MELO

Director Especialización en Logística Comercial Nacional e Internacional

Bogotá D.C

2013

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS, quien ha permitido mi desarrollo profesional y me ha guiado durante todo mi proceso de formación académica y personal. Agradezco a mi familia, quienes me han brindado todo el apoyo y colaboración, para realizar los estudios que con esta Tesis estoy culminando. Agradezco a la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, y al Ingeniero Celso Miguel Melo Melo por la colaboración prestada para la elaboración del trabajo de grado.

Carlo Fernando D´vera Pérez

Agradezco primero que todo a Dios, por darme la sabiduría, salud, fortaleza y permitirme haber llegado a este punto de mi desarrollo y formación como profesional, logrando así avanzar en un constante proceso de crecimiento como personas.

A la Universidad Jorge Tadeo Lozano, por ofrecerme la oportunidad de hacer parte de su equipo y brindarme todos los medios para avanzar en mi proceso de aprendizaje.

A los profesores, por servir de guía durante esta etapa profesional y brindar sus consejos para constantemente avanzar y aprender en un mundo tan competitivo.

Al Sr. Celso Miguel Melo Melo, por ayudarnos paso a paso durante este proceso de desarrollo y darnos la oportunidad de presentar nuestro esfuerzo y trabajo a futuras generaciones de logísticos.

A mis padres y familiares, por darme todo el apoyo incondicional y cariño durante todo el proceso de educación y los momentos mas difícil, siempre tratando de que supere las dificultades y avance adelante en la vida.

Ana Milena Acosta Rodríguez

Agradezco a Dios, quien me ha bríndalo la sabiduría en mi crecimiento personal, intelectual y profesional. Agradezco a mis compañeros Carlo y Ana Milena quienes en el transcurso de este proceso de especialización y trabajado de grado hemos conformado un equipo de trabajo y de amigos. Agradezco a mi Esposo y familia por ser mi impulsor, apoyo, superación y crecimiento. Agradezco a Celso Melo por su acompañamiento, consejos y guía en el desarrollo de nuestro trabajo de grado.

Andrea Leguizamón Sanabria.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre Fernando D´vera Quintana Q.E.P.D. que desde el cielo me ha acompañado y apoyado para lograr cumplir mis sueños y que estoy seguro, se sentiría orgulloso de este pequeño logro de mi vida profesional.

A mi madre, Nubia Pérez de D´vera, quien es la persona que me ha acompañado y apoyado incondicionalmente durante toda mi vida y que es por quien lucho para convertirme en una persona de éxito y así, vea realizados en mí, todos sus sueños y anhelos. A mis hermanas, Gloria Lucia D´vera Pérez y María Alejandra D´vera Pérez, quienes me han brindado su apoyo incondicional, en todas las decisiones que he tomado para cumplir con mis metas.

Carlo Fernando D´vera Pérez

Dedico este trabajo a Dios por guiar mi mente en cada paso de este trabajo y por permitirme en este momento culminar una gran etapa de mi vida.

También dedico este trabajo a mis padres, por su apoyo constante, sus consejos y fortaleza durante el desarrollo de este trabajo, también por enseñarme los valores que me fortalecieron en cada momento para seguir adelante y concluir satisfactoriamente mis estudios.

Ana Milena Acosta Rodríguez

Dedico este Trabajo a Dios por guiarme cada día, darme la sabiduría y los medios de haberme dado la oportunidad de cumplir uno de mis sueños. A mi esposo Diego Zúñiga Rosales, quien es la persona que ha estado a mi lado acompañándome, apoyándome y brindándome la fortaleza para cumplir una de mis metas para llegar a ser una persona exitosa con competencias profesionales.

Andrea Leguizamón Sanabria.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
JUSTIFICACIÓN	18
1. CONTEXTO CONCEPTUAL, HISTORICO Y ACTUAL	20
1.1 Palé	20
1.1.1 Clases de palés.	23
1.1.1.1 Según su material.	23
1.1.1.2 Según su tamaño.....	26
1.1.1.3 Según su estructura.....	30
1.1.1.4 Según su peso y capacidad de carga.	31
1.1.1.5 Según su uso.	32
1.1.2 Normas que regula y estandarizan los palés en Colombia.	33
1.1.2.1 NTC 3993 Estibas para el manejo de materiales. Vocabulario	33
1.1.2.2 NTC 4680 Estiba intercambiable de madera no reversible de cuatro entradas.....	35
1.1.2.3 NTC-ISO 6780 Estibas planas para manipulación intercontinental de materiales, tolerancias y dimensiones principales.....	36
2. USO INDUSTRIAL DE LOS PLÁSTICOS	39
2.1 Plásticos	39
2.1.1 Clases de plásticos.....	44
2.1.1.1 Polietileno Tereftalato (PET).....	44
2.1.1.2 Polietileno de alta densidad (PEAD).	46
2.1.1.3 Policloruro de vinilo (PVC).....	47
2.1.1.4 Polietileno de baja densidad (PEBD).....	50
2.1.1.5 Polipropileno (PP).....	51
2.1.1.6 Poliestireno (PS).....	53
2.2 Materia prima para fabricación de palés (Plástico reciclado)	55
2.3 Reciclaje de plásticos	57

2.3.1	Proceso de reciclaje de los plásticos.	61
2.4	Transformación de resinas plásticas.	62
2.4.1	Moldeo por Inyección.	62
2.4.1.1	Tipos de Molde de Inyección.	64
2.4.2	Secado.	65
2.4.3	Regranulado.	66
2.4.4	Inyección.	66
2.4.4.1	Características de la maquinaria.	66
3.	USO DE PALÉS EN ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN FÍSICA NACIONAL E INTERNACIONAL.	71
3.1	Uso de los palés.	71
3.2	Paletización.	72
3.3	Configuración de la carga.	75
3.3.1	Superficie del palé.	75
3.3.2	Altura de la estiba.	77
3.3.3	Peso de la estiba.	79
3.3.4	Modelos de paletización.	80
3.3.4.1	Formas inadecuadas de paletización.	82
3.3.5	Cohesión de la carga.	88
3.4	Manipulación de la carga.	89
3.4.1	Equipos de manipulación.	89
3.5	Gestión de Almacenamiento.	95
2.5.1	Almacenamiento de palés.	97
3.5.2	Inventario.	98
3.5.3	Cargue y descargue.	100
3.6	Gestión transporte.	101
3.6.1	Transporte terrestre.	103
3.6.1.1	Tipos de vehículos.	106
3.6.2	Transporte marítimo.	110
3.6.3	Transporte aéreo.	116
4.	APORTE DE LOS PALÉS A LA LOGÍSTICA VERDE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL	118
4.1	Logística Verde	118

4.1.1 Aportes del palé de PEAD reciclado a la logística verde.	122
4.1.1.1 Elementos de la logística verde.	122
4.2 Responsabilidad Social Empresarial.....	127
4.2.1 Aportes de los palés de PEAD a la responsabilidad social empresarial.	132
CONCLUSIONES.....	134
BIBLIOGRAFÍA.....	136

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Dimensiones externas de paletas	35
Tabla 2: Uso regional de tamaños de paletas intercontinentales	37
Tabla 3: Distancias para los dispositivos de alzamiento	37
Tabla 4: Distancia libre horizontal de las entradas	38
Tabla 5: Perfil de temperatura	67
Tabla 6: Especificaciones técnicas palé de plástico reciclado	70
Tabla 7: Medidas estándar de las cajas	76
Tabla 8: Almacenamiento de palés.....	97
Tabla 9: Cantidades de palés almacenados.....	98
Tabla 10: Relación de costos en almacenamiento de palés.....	98
Tabla 11: Estimación de tiempos de inventarios	99
Tabla 12: Capacidad de cargue de los diferentes vehículos	107
Tabla 13: Número de cargue de estibas por vehículo	107
Tabla 14: Número de estibas por vehículo	108
Tabla 15: Pesos de estibas 1200mm X 1000mm de madera y plástico	108
Tabla 16: Pesos de estibas1200mm X 800mm de madera y plástico	109
Tabla 17: Cantidad de estibas1200mm X 800mm de madera y plástico.....	109
Tabla 18: Cantidad de estibas1200mm X 800mm de madera y plástico.....	110
Tabla 19: Clasificación de buques porta contenedores	112
Tabla 20: Especificaciones de contenedores	113
Tabla 21: Cantidad de estibas1200mm X 1000mm de madera y plástico.....	113
Tabla 22: Cantidad de estibas1200mm X 800mm de madera y plástico.....	113
Tabla 23: Pesos de estibas1200mm X 1000mm de madera y plástico	114

Tabla 24: Pesos de estibas1200mm X 800mm de madera y plástico	114
Tabla 25: Cantidad de estibas1200mm X 1000mm de madera y plástico.....	115
Tabla 26: Cantidad de estibas1200mm X 1000mm de madera y plástico.....	115
Tabla 27: Clases de palés aéreos	116

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Palé de madera:	24
Ilustración 2: Palé de plástico.....	25
Ilustración 3: Palé de metal	25
Ilustración 4: Palé de cartón	26
Ilustración 5: Pallet 95" x 196". Código IATA PGF/P7	27
Ilustración 6: Pallet A 320/321. Código IATA PKC	28
Ilustración 7: Pallet 88" x 125". Código IATA PAG/PI	28
Ilustración 8: Pallet 60" x 125". Código IATA PLB	29
Ilustración 9: Pallet con estabilizadores. Código IATA UMC.....	29
Ilustración 10: Palé de 2 entradas	30
Ilustración 11: Palé de 4 entradas	30
Ilustración 12: Pallet reversible	31
Ilustración 13: Palé no reversible	31
Ilustración 14: Distancia libre horizontal de las entradas y aberturas .. ¡Error! Marcador no definido.	
Ilustración 15: PET	44
Ilustración 16: PEAD	46
Ilustración 17: PVC.....	48
Ilustración 18: PEBD	50
Ilustración 19: PP.....	51
Ilustración 20: PS.....	53
Ilustración 21: Pellets	56
Ilustración 22: Pellets	56

Ilustración 23: Moldeo por inyección.....	63
Ilustración 24: Husillo para inyección de Polietileno	66
Ilustración 25: Boquilla de inyección	67
Ilustración 26: Palé de plástico en PEAD reciclado.....	70
Ilustración 27: Ventajas del uso de los palés	74
Ilustración 28: Medidas estándar de las cajas	75
Ilustración 29: Tamaños modulares de las cajas.....	76
Ilustración 30: Vista frontal de la estiba	77
Ilustración 31: Vista superior de la estiba.....	77
Ilustración 32: Almacenamiento.....	78
Ilustración 33: Transporte	78
Ilustración 34: Altura de la estiba.....	79
Ilustración 35: Peso de la estiba	80
Ilustración 36: Modelo 1 de paletización.....	81
Ilustración 37: Modelo 2 de paletización.....	82
Ilustración 38: Traslado de carga mal paletizada.....	83
Ilustración 39: Traslado de carga mal paletizada.....	83
Ilustración 40: Estiba en almacenamiento mal paletizada	84
Ilustración 41: Desbordamiento	84
Ilustración 42: Escoramiento	85
Ilustración 43: Protuberancias	85
Ilustración 44: Carga adentrada.....	86
Ilustración 45: Cavernas.....	86
Ilustración 46: Fisura.....	87

Ilustración 47: Sin cruzamiento	87
Ilustración 48: Escalera	88
Ilustración 49: Cohesión de la carga.....	88
Ilustración 50: Estiba enguacalada	89
Ilustración 51: Carretillas	90
Ilustración 52: Carretillas	90
Ilustración 53: Carretillas	91
Ilustración 54: Apiladores	91
Ilustración 55: Apiladores	92
Ilustración 56: Apiladores	92
Ilustración 57: Apilador eléctrico	93
Ilustración 58: Apilador eléctrico	93
Ilustración 59: Montacargas	94
Ilustración 60: Montacargas	94
Ilustración 61: Almacenamiento con estibas	96
Ilustración 62: Almacenamiento de palés	97
Ilustración 63: Manipulación de mercancía.....	100
Ilustración 64: Transporte de estibas	102
Ilustración 65: Camión sin estibas	105
Ilustración 66: Camión con estibas.....	105
Ilustración 67: Tipos de vehículos terrestres	106
Ilustración 68: Buque Porta Contenedores	111
Ilustración 69: Historia de la Responsabilidad Social Empresarial.....	130

INTRODUCCIÓN

La cadena de abastecimientos se constituye como la principal actividad de toda empresa que pretende mover mercancías desde un punto de compra hasta un punto de consumo a mínimos costos. Esto sugiere que el almacenamiento de mercancías y su transporte debe ser plenamente eficiente desde un punto de vista económico asegurando al mismo tiempo la carga de posibles daños y deterioros. Para lograr estos objetivos se emplean técnicas de acomodación de la mercancía donde se agrupan varias unidades o cajas sobre plataformas (palés o pallets) que de forma individual son difíciles de manipular y emplean un mayor tiempo. Con el fin de minimizar la manipulación de mercancías, los palés permiten convertir en una sola unidad de manejo el mayor número de unidades individuales embaladas para ser transportadas y almacenadas con un mismo esfuerzo. Esta práctica también contribuye a la gestión de transporte y distribución aprovechando el 100% de los espacios para la acomodación de mercancías en palés (volumetría) dentro de los diferentes tipos de transporte y contenedores, debido a que los tamaños de los palés están estandarizados de acuerdo a las dimensiones de estos. Por otro lado, en la gestión de almacenamiento e inventarios los palés tienen un aporte significativo debido a que su uso facilita la manipulación de las mercancías, contribuye a su cuidado y permitiendo realizar un conteo de inventario más exacto.

Se estima que el 90% de los palés o pallets que existen en el mundo son hechos de madera, lo que genera un impacto negativo debido a la tala de árboles que se requiere para su producción, generando una problemática ambiental. Tomando como base las tendencias

mundiales que hacen referencia a dicha problemática, donde cada vez es más importante tener en cuenta el uso eficiente de los recursos, materias primas, almacenamiento verde, transporte ecológico, reciclaje de desechos entre otros, se torna dentro del contexto empresarial logístico como una opción de equilibrio entre eficiencia económica y ecológica.

El uso eficiente de los recursos, involucra a las organizaciones dentro un contexto de desarrollo sostenible para la sociedad, adoptando una postura responsable por el impacto que sus operaciones puedan generar en detrimento del medio ambiente y sobre la sociedad. De esta manera, las empresas no solo deben orientar prácticas responsables al interior si no también hacia el exterior creando una relación de equilibrio entre el crecimiento económico, el bienestar social y el aprovechamiento de los recursos naturales. Teniendo en cuenta lo anterior, es evidente que el uso de palés de maderas no es una práctica responsable debido a que su producción y comercialización, atentan contra la sociedad afectando un bien común; El medio ambiente.

Por tal razón, el objetivo se basa en reestablecer la calidad ambiental hasta alcanzar un nivel sostenible teniendo en cuenta como partícipes al público, gobierno y empresas, buscando otras alternativas de materiales sustitutos para la fabricación de palés que ayuden a la conservación de los bosques. Dentro de este contexto, esta monografía pretende mostrar un impacto positivo en logística verde y responsabilidad social empresarial por medio del uso de palés a base de plástico reciclado para almacenamiento y distribución física nacional e internacional.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Elaborar una monografía sobre el uso de palés de plástico reciclado con el fin de establecer el impacto, ventajas y el aporte que este hace a la logística verde y responsabilidad social empresarial.

Objetivos Específicos.

Contextualizar el tema central dentro marco histórico, actual y conceptual de referencias.

Definir las ventajas y el aporte que hace el palé de plástico reciclado a la logística verde y responsabilidad social empresarial.

JUSTIFICACIÓN

El contexto global en el que se mueven las empresas hoy en día se está exigiendo que estas aumenten su competitividad¹ frente al mercado ya sea regional o internacional. Una forma de lograrlo es disminuyendo los costos por almacenamiento y fletes de transporte implementando carga paletizada, con el fin de minimizar la manipulación de mercancías evitando su deterioro y posteriores devoluciones, lograr el 100% del aprovechamiento de los espacios en los contenedores y diferentes medios de transporte, utilizando palés con mínimo peso pero que igual soporten la carga si sufrir cambios en su estructura; Otra forma de lograr la competitividad es adquiriendo un valor agregado que aporte a las nuevas tendencias mundiales como lo son la logística verde que se apoya en la reducción de la huella de carbono por las unidades de transporte utilizadas para distribución, implementación de paneles solares en bodegas, centros de distribución o plataformas de cross docking y utilización de empaques y embalajes biodegradables o hechos con material reciclado. El compromiso adquirido por las empresas para el cuidado del medio ambiente las involucra dentro de un contexto de responsabilidad social empresarial, lo que las hace más atractivas en los mercados tanto nacionales como internacionales ganando una reputación favorable y por supuesto mas clientes y la fidelización de los existentes.

Las tendencias mundiales sobre conservación del medio ambiente para lograr un desarrollo sostenible, están siendo tenidas en cuenta cada vez más por los organizamos

¹ “La competitividad industrial es una medida de la capacidad inmediata y futura del sector industrial para diseñar, producir y vender bienes cuyos atributos logren formar un paquete más atractivo que el de productos similares ofrecidos por los competidores: el juez final es el mercado (European Management Forum, 1980)”.

estatales y las empresas del sector privado. El reciclaje de materias primas no solo constituye la recolección si no el aprovechamiento de estas para la reutilización de materiales como fuente de materia prima, si no que permite que los recursos naturales sean cada vez menos explotados como es el caso de la madera para la elaboración de palés.

Por tal razón, esta monografía plantea identificar y definir el aporte que el uso de palés hechos con plástico reciclado hacen dentro de un contexto de logística verde y responsabilidad social empresarial.

1. CONTEXTO CONCEPTUAL, HISTORICO Y ACTUAL

1.1 Palé.

Un palé² (único término reconocido por la Real Academia de la Lengua Española) pallet (México) (donde también se usa el término tarima), o paleta es un armazón de madera, plástico u otros materiales empleado en el movimiento de carga ya que facilita el levantamiento, manejo y manipulación de mercancías.

El Pallet³, también conocido como Tarima y Paleta, es una estructura o plataforma generalmente de madera, que permite ser manejada y movida por medios mecánicos como una unidad única, la cual se utiliza para colocar (estibar) sobre ella los embalajes con los productos , o bien mercancías no embaladas o sueltas.

Por lo tanto, podemos decir que un palé (Pallet) es una plataforma en madera, plástico, metal u otros materiales, empleado para la acomodación de la mercancía sobre esta, cuya función es agrupar varias unidades y convertirlas en una sola. Esto, con el propósito de manipular el mayor número de unidades con el mismo esfuerzo y movimiento para transporte y almacenamiento.

La historia del palé no está muy bien definida, se puede contextualizar hacia la segunda guerra mundial donde fueron utilizados para una mayor movilización de armas y alimentos

² Wikipedia, (2012, 12, 26), Palé. Recuperado el (2013,01,22) de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pal%C3%A9>

³ GS1 Costa Rica (2003, 11), Manual de palatización. Pg. 3. Recuperado el (2013,01,22) de <http://www.winesinform.com/manualpaletizacion.pdf>

en un tiempo más corto. Se establece que hacia los años 40's con la introducción a los mercados de equipos elevadores por parte de los estados unidos y un número crecientes de industrias apoyadas por el comercio, comienzan a aparecer los primero palés de madera ya que era un material económico y fácil de conseguir.

En Europa hacia 1950⁴, con el impulso de vías férreas internacionales un palé de dimensiones 800X1200 mm fue definido a partir de especificaciones precisas. Fue adoptada por 18 redes de vías férreas europeas con el nombre EUROPE llevando las siglas EUR y el sello de red de vías férreas correspondiente al país de origen. Una autorización técnica de fabricantes de palés EUR les fue proveída obligatoriamente.

Confrontados en el nivel europeo con una situación preocupante, marcada por una lenta pero constante degradación de la calidad del parque de palés EUR y una heterogeneidad de prácticas de fabricación, reparación y control. La profesión de palés y los responsables de vías férreas de 3 países (Francia, Alemania y Suiza) decidieron de poner a disposición un organismo de certificación de calidad de palets: EPAL -European Pallet Association-. El EPAL, fundado en 1991 y que opera desde el 1/1/95. El objetivo del EPAL es de hacer aplicar el estándar único de calidad para la fabricación y la reparación de palés EUR como definió la UIC (Union Internationale des Transports). De esta manera, EPAL asegura la autorización de fabricantes y reparadores para realizar los controles necesarios.

⁴ La información de Plantepal.net. Los palets EUR-Historia. Recuperado el (2013,01,28) de http://www.planetpal.net/s/infos/p/eur/Shistorique_EUR.htm

Desde 1945 y hasta la introducción de los primeros aviones comerciales con propulsión por reacción, a fines de la década del cincuenta, los palés⁵ cambiaron muy poco, pero pasaron a ser una pieza vital de la industria de la carga aérea en crecimiento. A pesar de que se utilizaba el palé, la carga era dificultosa debido a la inclinación del fuselaje, ya que todos los aviones eran convencionales, es decir, venían con rueda de cola. Esto exigía un considerable empuje del palé hacia arriba, ya que las puertas de carga eran traseras. Recordemos que los aviones más comunes eran los C-47 Dakota y C-46 Comando. Después se obtuvo un pequeño adelanto con la incorporación del Bristol B 170, que se cargaba por la puerta de nariz rebatible. Pero, al igual que los anteriores, poseía rueda de cola, por lo que había que supervisar la maniobra de carga, ya que una vez cargado el palé podría deslizarse hacia atrás antes de conseguir asegurarlo.

En la actualidad, las prácticas de utilización de palés están muy bien definidas y es casi una obligación para el comercio mundial. Las ventajas que su uso provee en la manipulación, carga y almacenamiento de mercancías los hace un elemento de productividad y eficiencia en el intercambio de productos a nivel mundial.

Hoy en día los palés están hechos además de madera de diferentes materiales como plásticos, metales y cartón y están regulados por diferentes normas técnicas a nivel internacional definidas por organismos como la ISO, IATA, EPAL, entre otros; Dichas normas establecen las especificaciones técnicas de tamaños, estructura, pesos y calidad del

⁵ Diario La Nación. Una breve historia de pallets y contenedores. Recuperado el (2013,01,28) de <http://www.lanacion.com.ar/216302-una-breve-historia-de-pallets-y-contenedores>

material para evitar problemas con la carga y problemas fitosanitarios durante el intercambio a nivel mundial.

La necesidad de competitividad de las empresas, hace que se incorporen a los palés nuevas técnicas como disminución de su peso pero con igual capacidad de carga con el ánimo de reducir costos en el transporte. En la gestión de almacenamiento, han introducido en los palés tecnología RFID (Radio Frequency IDentification por sus siglas en inglés), con el fin de automatizar la gestión de inventarios y hacerla más eficiente y productiva, reduciendo tiempos, errores y la eliminación de prácticas manuales de manipulación e inventariado.

A continuación se describirán las clases de palés, los usos y ventajas.

1.1.1 Clases de palés.

Existen diferentes tipos de palés de acuerdo a su material, tamaño, estructura, usos, peso y capacidad de carga.

1.1.1.1 Según su material.

- a. Madera.** Los palés de madera representan entre el 90% y 95% del mercado mundial. La madera es obtenida de diferentes fuentes como cultivos o tala de bosques. La madera es susceptible de contaminación por parte de insectos y hongos lo que conlleva a problemas en el transporte internacional ya que puede generar problemas

de tipo fitosanitario en diferentes países. Para mitigar esto, actualmente existe la normativa internacional ISPM-15 (NIMF-15) que obliga a tratar la madera aplicando calor a 56° de temperatura durante 30 minutos y fumigarla con bromuro de metileno. Por otro lado, la madera es susceptible de ser afectada también por humedad, grasas, ácidos, disolventes o productos químicos, lo que genera la obsolescencia e inhabilitación del palé.



Ilustración 1: Palé de madera:

Fuente: <http://recareytecnicos.blogspot.com/2011/04/lo-que-se-puede-hacer-con-un-viejo.html>

- b. Plástico.** Con menor presencia, se presenta como una alternativa al palé de madera debido a que es un producto ecológico por lo que puede ser reciclado íntegramente. Estos palés son elaborados con un proceso de inyección y moldes que requieren un control de calidad. Están libres de regulación fitosanitaria debido a que son resistentes a la humedad, grasas, ácidos, disolventes, productos químicos, insectos y gérmenes.

Los palés de plástico generalmente son hechos con polietileno de alta densidad (PEAD), el cual se produce a partir del etileno derivado del petróleo o gas natural. Este material es apto también para la elaboración de productos como tuberías,

embalajes, láminas industriales; tanques, bidones, canastas o cubetas para leche, cerveza, refrescos, transporte de frutas, botellas, recubrimiento de cables, contenedores para transporte, vajillas plásticas, letrinas, cuñetes para pintura, bañeras, cerramientos, juguetes, barreras viales, conos de señalización entre otros.

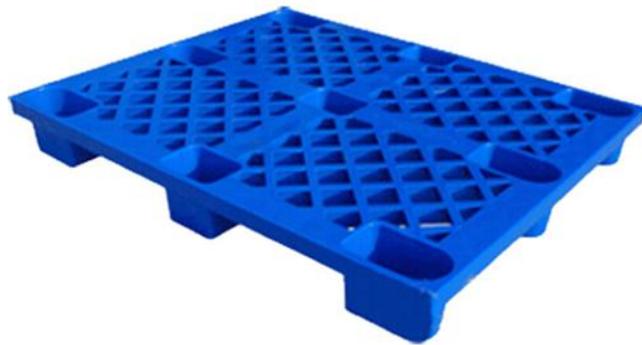


Ilustración 2: Palé de plástico
Fuente: www.Logismarket.com.ar

- c. **Metal.** Son palés fabricados en diferentes tipos de metal, como acero y aluminio. Tienen una mayor capacidad de carga y mayor vida útil. Al igual que los palés de plástico también están libres de regulación fitosanitaria. Son ampliamente usados por la industria alimentaria, farmacéutica y transporte aéreo.

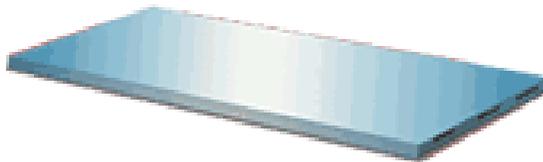


Ilustración 3: Palé de metal
Fuente: http://cargainfo.com/front_content.php?idcat=1516

d. Cartón. Este tipo de palés son altamente higiénicos debido a que son de un solo uso, es decir, desechables. Son muy livianos por lo que son preferidos para el transporte aéreo, aunque su tolerancia máxima es de 10 Kg. Al igual que los palés de plástico y metal, también están libres de reglamentación fitosanitaria por lo que son preferidos por la industria alimentaria.



Ilustración 4: Palé de cartón

Fuente: Manual de paletización y contenedores. IAC Colombia

1.1.1.2 Según su tamaño.

a. Estándares para transporte terrestre y marítimo. Los tamaños estandarizados de los palés se definen en la norma NTC 6780 numeral 4.1.2 anexo A y son descritos en el numeral 1.1.4 punto c de esta monografía

La NTC 4680 estandariza para Colombia las dimensiones de estibas de intercambio de madera en su numeral 3.2.1.1. y se describe en el numeral 1.1.4 punto b de esta monografía.

La norma aplica para palés de diferentes materiales cuyo propósito es la paletización para almacenamiento y transporte de mercancías.

b. Estándares para transporte aéreo.

Los palés aéreos tienen diferentes formas y tamaños para ajustarse a diferentes tipos de contenedores y modelos de aviones; Están clasificados y regulados por la IATA. Entre los más usados se tienen:

Pallet 95" x 196". Código IATA PGF/P7. Pallet completamente de aluminio de 70 mm. de grueso asegurado con una red de veinte pies o con amarres de cuerda, junto con los ganchos de anclaje a lo largo de los lados de 498 cm. Con ranuras verticales y horizontales que proveen puntos de agarre.



Ilustración 5: Pallet 95" x 196". Código IATA PGF/P7

Fuente: http://cargainfo.com/front_content.php?idcat=1516

Dimensiones: Tipo NCD: 498 x 244 x 244 cm. Tipo SCD: 498 x 244 x 297 cm.

Peso bruto máximo: 7,400 kg. distribuidos a lo ancho del fuselaje y 10,670 kg. a lo largo del fuselaje. 23,620 kg. a lo largo del fuselaje con autorización BIG.

Compatibilidad con las siguientes aeronaves: B747F.

Pallet A 320/321. Código IATA PKC. Pallet completamente de aluminio, 4 mm de grueso, con dos expansiones laterales, y una pieza de red permanente a uno de los lados de 153 cm.



Ilustración 6: Pallet A 320/321. Código IATA PKC
Fuente: http://cargainfo.com/front_content.php?idcat=1516

Dimensiones: 156 x 153.4 x 114 cm.

Peso bruto máximo: 1,135 kg.

Compatibilidad con las siguientes aeronaves: A320 / A321.

Pallet 88" x 125". Código IATA PAG/PI. Pallet completamente de aluminio, 4 mm. de grueso, con ranuras verticales que proveen puntos de agarre. Una pieza de red permanente en uno de los lados de 317.5 cm.



Ilustración 7: Pallet 88" x 125". Código IATA PAG/PI
Fuente: http://cargainfo.com/front_content.php?idcat=1516

Dimensiones: Tipo NCD: 317.5 x 223.5 x 244 cm. Tipo SCD: 317.5 x 223.5 x 297 cm. Tipo PLD: 317.5 x 223.5 x 160 cm.

Peso bruto máximo: 6,800 kg.

Compatibilidad con las siguientes aeronaves: B747F / B747 / A340 / A 330 / B777.

Pallet 60" x 125". Código IATA PLB. TIPO 1: Pallet completamente de aluminio, 4 mm de grueso, no se pueden usar amarres de cuerda.

TIPO 2: Pallet completamente de aluminio, 4 mm de grueso, y con un eje vertical que provee 5 puntos de anclaje para redes. Sin restricciones para correas o redes.



Ilustración 8: Pallet 60" x 125". Código IATA PLB
Fuente: http://cargainfo.com/front_content.php?idcat=1516

Dimensiones: 317.5 x 153.4 x 160 cm.

Peso bruto máximo: 3,175 kg.

Compatibilidad con las siguientes aeronaves: A340 / A330.

Pallet con estabilizadores. Código IATA UMC. En un pallet PMC, los estabilizadores están compuestos por 3 paneles hechos de estructura de metal y una puerta (lado 125 cm.). Toda la carga se asegura con redes en cada pallet durante su transporte.



Ilustración 9: Pallet con estabilizadores. Código IATA UMC
Fuente: http://cargainfo.com/front_content.php?idcat=1516

Dimensiones: 317.5 x 244 x 155 cm.

Tara: 195 m³.

Peso bruto máximo: 6,800 kg. para PMD y 4,625 kg. para PLD.

Compatibilidad con las siguientes aeronaves: B747F / B747 / A340 / B777.

1.1.1.3 Según su estructura

- a. **De dos entradas.** Son palés que permiten la entrada de uñas y horquillas de equipos de elevación y manipulación únicamente en dos direcciones opuestas



Ilustración 10: Palé de 2 entradas
Fuente: <http://www.empisa.com/pallets.html>

- b. **De cuatro entradas.** Son palés que permiten la entrada de uñas y horquillas de equipos de elevación y manipulación en las direcciones.



Ilustración 11: Palé de 4 entradas
Fuente: <http://www.empisa.com/pallets.html>

- c. **Reversibles.** Son palés de doble cara, es decir, superficie superior e inferior las cuales pueden soportar indistintamente la carga por las dos caras.



Ilustración 12: Pallet reversible

Fuente: <https://www.interempresas.net/Logistica/FeriaVirtual/Producto-Pale-metalico-de-doble-cara-60225.html>

- d. **No reversibles.** Son palés de una sola cara, es decir, solo la superficie capaz de resistir la carga.



Ilustración 13: Palé no reversible

Fuente: <http://www.empisa.com/pallets.html>

1.1.1.4 Según su peso y capacidad de carga.

La norma técnica colombiana NTC 4680, establece en el numeral 5.2.2 que la capacidad nominal de carga del palé de madera debe ser de 1000 Kg sin sufrir cambio en su estructura; Se entiende que para palés de diferentes materiales la capacidad nominal de carga debe ser también de 1000 Kg.

La norma técnica colombiana NTC 4680 establece que el palé de madera debe tener un peso promedio de 30 Kg con una tolerancia de +/- 2 Kg. Existen palés de diferentes materiales como plásticos, metales o aluminio cuya peso esta entre 15 Kg y 30 Kg, por lo que se hacen más eficientes en la distribución de mercancías debido a que la sumatoria de pesos aporta a la disminución de fletes que son cobrados por el peso de la carga.

1.1.1.5 Según su uso.

La norma técnica colombiana NTC 3993. Estibas para el manejo de materiales. Vocabulario. Establece en su numeral 4 el uso de los palés.

- a. Estiba desechable.** Está hecha para ser desechada después de un ciclo de uso. Dentro de este grupo encontramos por ejemplo los palés de cartón, cuya función es permitir el embalaje de mercancías para su transporte y distribución siendo desechadas una vez entregada la carga.

- b. Estiba reutilizable.** Se puede usar para múltiples ciclos de uso. Dentro de este grupo encontramos los palés de diferentes materiales, los cuales pueden ser reutilizados para almacenamiento, transporte y distribución siempre y cuando su estructura no esté deteriorada o dañada.

- c. **Estiba cautiva.** Su uso se limita a una sola empresa o un sistema de distribución cerrado.
- d. **Estiba intercambiable.** Pueden ser cambiadas por una similar basado en un acuerdo mutuo entre el proveedor y el cliente. Este sistema consiste en entregar la mercancía estibada al cliente y recibir de este otros palés en remplazo.

Para la optimización de los procesos de transporte, manipulación de mercancías para cargue y descargue de camiones y/o contenedores y almacenamiento, Colombia a través del Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC, ha definido una serie de normas que regula las especificaciones técnicas en cuanto a conceptos, medidas, dimensiones, pesos, etc. Esto con el fin de garantizar el intercambio internacional de mercancías. A continuación, se presentan las normas y sus numerales más relevantes que apuntan al uso y estandarización de los palés y que aplican a la elaboración de esta monografía.

1.1.2 Normas que regula y estandarizan los palés en Colombia.

Las normas son aplicables al ámbito internacional, es decir, el cumplimiento de los requisitos de estas son aceptados a nivel internacional.

1.1.2.1 NTC 3993 Estibas para el manejo de materiales. Vocabulario

Numeral 3. Tipos de estibas.

Numeral 3.1.1 Estibas de una sola cara. Estiba plana con una sola cara o superficie de uso.

Numeral 3.1.2 Estiba de doble cara. Estiba plana con una cara superior y una inferior

Numeral 3.1.2.1 Estiba reversible. Estiba plana con dos caras, superior e inferior similares, las cuales pueden soportar indistintamente la misma carga.

Numeral 3.1.2.2 Estiba no reversible. Estiba plana de doble cara con solamente una superficie capaz de soportar la carga.

Numeral 3.2 Estiba de dos entradas. Estiba que permite la entrada de horquillas, uñas del equipo de manipulación, únicamente en dos direcciones opuestas

Numeral 3.3 Estiba de cuatro entradas. Estiba que permite la entrada de las horquillas o uñas del montacargas de un camión en las cuatro direcciones.

Numeral 4. Uso de las estibas.

Numeral 4.1 Estiba desechable. Está hecha para ser desechada después de un ciclo de uso. Dentro de este grupo encontramos por ejemplo los palés de cartón, cuya función es permitir el embalaje de mercancías para su transporte y distribución siendo desechadas una vez entregada la carga.

Numeral 4.2 Estiba reutilizable. Se puede usar para múltiples ciclos de uso. Dentro de este grupo encontramos los palés de diferentes materiales, los cuales pueden ser

reutilizados para almacenamiento, transporte y distribución siempre y cuando su estructura no esté deteriorada o dañada.

Numeral 4.3 Estiba cautiva. Su uso se limita a una sola empresa o un sistema de distribución cerrado.

Numeral 4.4 Estiba intercambiable. Pueden ser cambiadas por una similar basado en un acuerdo mutuo entre el proveedor y el cliente. Este sistema consiste en entregar la mercancía estibada al cliente y recibir de este otros palés en remplazo.

1.1.2.2 NTC 4680 Estiba intercambiable de madera no reversible de cuatro entradas.

Numeral 3.1.2 Tipos de maderas. Para la elaboración de estibas se debe utilizar coníferas orgánicas de bosques cultivados.

Numeral 3.2 Requisitos específicos.

Numeral 3.2.1.1 Dimensiones externas. Las dimensiones de estibas de intercambio de madera cuando se ensaye de acuerdo al numeral 5.1 deben ser:

Dimensiones		Tolerancia
Largo	1200 mm	+/- 3
Ancho	1000 mm	+/- 3
Alto	145 mm	+/- 7

Tabla 1: Dimensiones externas de paletas

Fuente: NTC 4680

Numeral 3.2.2 Capacidad nominal de la estiba. La estiba estática o en movimiento debe soportar una carga de 1000 Kg. Sin sufrir cambios en su estructura.

Numeral 3.2.5 Densidad de la madera. Las maderas utilizadas en la fabricación de estibas intercambiables deben tener una densidad entre 0,40 gr/cm³ y 0,50 gr/cm³.

Numeral 3.2.6 Humedad de la madera. La humedad de la madera de las coníferas con que está armada la estiba debe ser de 20% con una tolerancia de +/- 3%

Numeral 3.2.7 Peso de la estiba. La estiba debe tener un peso promedio de 30 Kg. Con una tolerancia de +/- 2 Kg

1.1.2.3 NTC-ISO 6780 Estibas planas para manipulación intercontinental de materiales, tolerancias y dimensiones principales.

Numeral 4. Dimensiones.

Numeral 4.1.1 Dimensiones del plano rectangular. Las dimensiones del plano rectangular de las estibas que cumplen con esta norma deben ser como se indica en la figura

1. El uso regional de los tamaños de las estibas se presenta en el anexo A.

Numeral 4.1.2 Dimensiones del plano cuadrado.

Anexo A. Uso regional de tamaños de paletas intercontinentales

EUROPA	NORTE AMÉRICA	CUENCA PACÍFICO
1200 X 800 mm	1219 X 1016 mm	1100 X 1100 mm
1200 X 1000 mm	1067 X 1067 mm	
1120 X 1140 mm		

Tabla 2: Uso regional de tamaños de paletas intercontinentales

Fuente: NTC-ISO 6780

Numeral 4.3 Distancia libre horizontal para dispositivos de alzamiento.

Numeral 4.3.1 Entrada lateral y en el extremo. Las distancias libres horizontales para la entrada de camiones de estibas en los dos extremos de las estibas de dos vías y de cuatro vías parciales, y en los extremos y lados de estibas de cuatro vías deben cumplir con las dimensiones especificadas en la tabla 4 y como se ilustra en la figura 2 y en el anexo B.

Tabla 4. Distancias libres horizontales para los dispositivos de alzamiento.

Dimensión nominal de la estiba L o W	Entradas	Aberturas
	L1 Max y W1 Max	L2 Min y W2 Min
800	160 mm	580 mm
≥ 1000	160 mm	710 mm

Tabla 3: Distancias para los dispositivos de alzamiento

Fuente: NTC 6780

Numeral 4.3.2 Distancia libre horizontal de las entradas y aberturas para entradas laterales en las estibas de cuatro vías principales. Las distancias libres horizontales para la entrada de camiones de estibas a los lados de la estiba de cuatro vías parciales deben cumplir con las dimensiones especiales en la tabla 5 y como se ilustra en la figura 3.

Tabla 5.

Longitud de la estiba L	Entradas y aberturas					
	L3		L4		L5	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
800 mm	90 mm	140 mm	200 mm	210 mm	100 mm	220 mm
1000 mm	90 mm	150 mm	200 mm	255 mm	180 mm	420 mm
1016 mm	90 mm	150 mm	200 mm	255 mm	196 mm	436 mm
1067 mm	90 mm	150 mm	200 mm	255 mm	247 mm	487 mm
1100 mm	90 mm	150 mm	200 mm	255 mm	280 mm	520 mm
1140 mm	90 mm	150 mm	200 mm	255 mm	320 mm	560 mm
1200 mm	90 mm	150 mm	200 mm	255 mm	380 mm	620 mm
1210 mm	90 mm	150 mm	200 mm	255 mm	399 mm	639 mm

Tabla 4: Distancia libre horizontal de las entradas

Fuente: NTC 6780

Dichas normas aplican para la elaboración de pales de los materiales anteriormente citados.

El objetivo principal de este trabajo de grado, pretende dar a conocer el impacto de los palés de plástico reciclado, por lo cual se hace una identificación de cada uno de los plásticos más usados en el mercado y que aplican para la elaboración de palés.

2. USO INDUSTRIAL DE LOS PLÁSTICOS

Los palés hechos con plástico reciclado, son una alternativa eficiente y productiva al momento de comercializar productos debido a las grandes ventajas y atributos que este material ofrece en la manipulación de mercancías para almacenamiento y transporte.

Para comenzar a hablar de palés de plástico reciclado y poder definir el impacto que su uso tiene para la gestión de almacenamiento, distribución física nacional e internacional dentro de un contexto de logística verde y la responsabilidad social empresarial, se debe comprender primero el concepto de plástico, como se recuperan los desechados, transformación a materia prima y producción del producto final.

2.1 Plásticos.

El término plástico⁶ en su significación más general, se aplica a las sustancias de similares estructuras que carecen de un punto fijo de evaporación y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido concreto, nombra ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación semi-natural de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

⁶ Wikipedia, (2013,01,25). Plásticos. Recuperado el (2013,01,26) de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico>

La palabra plástico se usó originalmente como adjetivo para denotar un escaso grado de movilidad y facilidad para adquirir cierta forma, sentido que se conserva en el término plasticidad.

Los plásticos⁷ son sustancias orgánicas macromoleculares obtenidas mediante procesos químicos o transformación de productos naturales. Como las macromoléculas, y por tanto los plásticos están formados por componentes estructurales sencillos llamados monómeros, en general reciben el nombre de polímeros. Se obtienen principalmente del petróleo y del gas natural, pero además, podrían producirse del carbón y de materiales vegetales. No más del 4% del consumo mundial se destina a la producción de plásticos.

El desarrollo histórico⁸ de los plásticos comenzó cuando se descubrió que las resinas naturales podían emplearse para elaborar objetos de uso plástico. Estas resinas como el betún, la gutapercha, la goma, laca y el ámbar, son extraídas de ciertos árboles, y se tiene referencias de que ya se utilizaba en Egipto, Babilonia, La India, Grecia, y china. En América se conocía otro material utilizado por sus habitantes antes de la llegada de Colón, conocido como hule o cuacho.

Como dato de interés, la historia⁹ de los plásticos se remonta hacia inicios de 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collander ofreció una recompensa de 10.000 dólares a quien consiguiera un sustituto aceptable del marfil natural.

⁷ ACOPLASTICOS, (1999). *Manual del reciclador de residuos plástico* (Pg 6). Bogotá: Acoplasticos

⁸ Instituto Mexicano del Plástico Industrial, (1996/1997), *Enciclopedia del Plástico* (Pg.), Litografías Publicitaria.

⁹ Escuela de Ingenieros Industriales. Historia del plástico. Recuperado el (2013,01,29) de <http://www.eis.uva.es/~macromol/curs004-05/teflon/paginas%20del%20menu/HISTORIA%20DEL%20PLASTICO.htm>

Una de las personas que optaron al premio fue el inventor estadounidense Wesley Hyatt, quien desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración tratado previamente con alcanfor y una cantidad mínima de disolvente de alcohol. Si bien Hyatt no ganó el premio, su producto, patentado con el nombre de celuloide, se utilizó para fabricar diferentes objetos, desde placas dentales a cuellos de camisa. El celuloide tuvo un notable éxito comercial a pesar de ser inflamable y de su deterioro al exponerlo a la luz.

Durante las décadas siguientes aparecieron de forma gradual más tipos de plásticos. Se inventaron los primeros plásticos totalmente sintéticos: un grupo de resinas desarrollado hacia 1906 por el químico estadounidense de origen belga Leo Hendrik Baekeland, y comercializado con el nombre de baquelita. Entre los productos desarrollados durante este periodo están los polímeros naturales alterados, como el rayón, fabricado a partir de productos de celulosa.

En 1920 se produjo un acontecimiento que marcaría la pauta en el desarrollo de materiales plásticos. El químico alemán Hermann Staudinger aventuró que éstos se componían en realidad de moléculas gigantes. Los esfuerzos dedicados a probar esta afirmación iniciaron numerosas investigaciones científicas que produjeron enormes avances en esta parte de la química. En las décadas de 1920 y 1930 apareció un buen número de nuevos productos, como el etanoato de celulosa (llamado originalmente acetato de celulosa), utilizado en el moldeo de resinas y fibras; el cloruro de polivinilo (PVC), empleado en tuberías y recubrimientos de vinilo, y la resina acrílica, desarrollada como un pegamento para vidrio laminado.

Uno de los plásticos más populares desarrollados durante este periodo es el metacrilato de metilo polimerizado, que se comercializó en Gran Bretaña con el nombre de Perspex y como Lucite en Estados Unidos, y que se conoce en español como plexiglás. Este material tiene unas propiedades ópticas excelentes; puede utilizarse para gafas y lentes, o en el alumbrado público o publicitario. Las resinas de poliestireno, comercializadas alrededor de 1937, se caracterizan por su alta resistencia a la alteración química y mecánica a bajas temperaturas y por su muy limitada absorción de agua. Estas propiedades hacen del poliestireno un material adecuado para aislamientos y accesorios utilizados a bajas temperaturas, como en instalaciones de refrigeración y en aeronaves destinadas a los vuelos a gran altura. El PTFE (politetrafluoretileno), sintetizado por primera vez en 1938, se comercializó con el nombre de teflón en 1950. Otro descubrimiento fundamental en la década de 1930 fue la síntesis del nailon, el primer plástico de ingeniería de alto rendimiento.

Durante la II Guerra Mundial, tanto los aliados como las fuerzas del Eje sufrieron reducciones en sus suministros de materias primas. La industria de los plásticos demostró ser una fuente inagotable de sustitutos aceptables. Alemania, por ejemplo, que perdió sus fuentes naturales de látex, inició un gran programa que llevó al desarrollo de un caucho sintético utilizable. La entrada de Japón en el conflicto mundial cortó los suministros de caucho natural, seda y muchos metales asiáticos a Estados Unidos. La respuesta estadounidense fue la intensificación del desarrollo y la producción de plásticos. El nailon se convirtió en una de las fuentes principales de fibras textiles, los poliésteres se utilizaron en la fabricación de blindajes y otros materiales bélicos, y se produjeron en grandes cantidades varios tipos de caucho sintético.

Durante los años de la posguerra se mantuvo el elevado ritmo de los descubrimientos y desarrollos de la industria de los plásticos. Tuvieron especial interés los avances en plásticos técnicos, como los policarbonatos, los acetatos y las poliamidas. Se utilizaron otros materiales sintéticos en lugar de los metales en componentes para maquinaria, cascos de seguridad, aparatos sometidos a altas temperaturas y muchos otros productos empleados en lugares con condiciones ambientales extremas. En 1953, el químico alemán Karl Ziegler desarrolló el polietileno, y en 1954 el italiano Giulio Natta desarrolló el polipropileno, que son los dos plásticos más utilizados en la actualidad. En 1963, estos dos científicos compartieron el Premio Nobel de Química por sus estudios acerca de los polímeros.

En la actualidad, los plásticos hacen presencia en la mayoría de productos de uso cotidiano, los avances de la tecnología no habrían sido posibles sin la presencia de este material que gracias a su elasticidad y flexibilidad, permitieron la elaboración de incontables productos más resistentes y livianos. El gran aporte de este material se hace en sectores como: Sector médico, alimentación, agrícola, pesquero, construcción, electricidad, electrónica, envases, embalajes y transporte. Estos tres últimos hacen referencia al tema de estudio de esta monografía, donde la elaboración de embalajes de plástico como los palés, permiten en las operaciones de transporte y almacenamiento una ventaja competitiva con respecto a otras empresas que utilizan palés de madera.

2.1.1 Clases de plásticos.

Existen diferentes clases de plásticos para diferentes aplicaciones y usos según sus especificaciones técnicas y físico – químicas. Entre los más usados y que son susceptibles de reciclaje están:

2.1.1.1 Polietileno Tereftalato (PET).

El PET¹⁰ está constituido de petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET es 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar ácido tereftálico. El etileno, que se obtiene a partir de derivados del gas natural, es oxidado con aire para formar el etilenglicol. La combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol produce como resultado el PET. Se conoce con el siguiente símbolo:



Ilustración 14: PET
Fuente: ACOPLASTICOS

Los residuos de PET recuperados se destinan principalmente a la producción de fibra, ya sea en hilos finos para tejidos o en fibras más gruesas para material aislante. Otras aplicaciones incluyen: tejas, zunchos, rafias, escobas, cepillos.

¹⁰ ACOPLÁSTICOS,(2012). *Guía ambiental*. Pg. 6. Bogotá D.C. Acoplásticos

El PET contaminado con otros polímeros no es apto para el reciclado mecánico, pero puede utilizarse para el reciclado como materia prima por medios químicos.

Existen equipos y tecnologías para hacer reciclaje de PET llamados “botella a botella”. Es decir, que el recuperado de las botellas de PET se usa para hacer nuevamente botellas para contacto con alimentos. En estos procesos se lavan las botellas molidas con una solución de soda cáustica que elimina una capa pequeña de PET en la superficie de las botellas, eliminando así posibles contaminantes presentes en las botellas recuperadas de las corrientes de pos-consumo. Después de lavado, el PET se seca y cristaliza en vacío, de tal manera que se recupera su peso molecular y su viscosidad intrínseca. Luego, el material se peletiza y se dispone para fabricar nuevamente botellas.

También se emplean como materiales para blindaje y como materiales de relleno para chaquetas.

Su uso mas frecuente es en: Botellas para gaseosas, agua, aceite, vinos y envases farmacéuticos; Tejas, películas para el envasado de alimentos, cuerdas, cintas de grabación, alfombras, zuncho y fibras.

2.1.1.2 Polietileno de alta densidad (PEAD).

El PEAD¹¹ es la resina más extendida para la fabricación de botellas. Este material es económico, resistente a los impactos y proporciona una buena barrera contra la humedad. PEAD es compatible con una gran variedad de productos que incluyen ácidos y cáusticos aunque no con solventes. PEAD es naturalmente translúcido y flexible. La adición de color puede convertirlo en opaco pero no en un material brillante. Si bien proporciona buena protección en temperaturas bajo el nivel de congelación, no puede ser utilizado para productos por encima de 71.1°C o para productos que necesitan un sellado hermético. Se conoce con el siguiente símbolo:



Ilustración 15: PEAD
Fuente: ACOPLASTICOS

El PEAD se utiliza principalmente en láminas, botellas, barriles para recolectar agua y bidones para compostaje y pallets.

El material de las botellas y envases plásticos se recicla en nuevas botellas moldeadas mediante soplado o en contenedores grandes, como barriles para agua de lluvia y bidones para compostaje.

¹¹ Wikipedia, (2013,01,21). Botella de plástico. Recuperado el (2013,01,26) de http://es.wikipedia.org/wiki/Botella_de_pl%C3%A1stico#Materiales

El PEAD reciclado es una excelente materia prima para hacer madera plástica o estibas, envases soplados para uso en productos no alimenticios, por ejemplo: detergentes, aceites. Baldes para pintura, minería y cestas para basura. Contenedores industriales, barreras de señalización, marcos o perfilería, bolsas de colores dependiendo de la procedencia.

Su uso mas frecuente es en: Tuberías, embalajes y láminas industriales, tanques, bidones, canastas o cubetas para leche, cerveza, refrescos, transporte de frutas, botellas, recubrimiento de cables, contenedores para transporte, como palets y canastillas, vajillas plásticas, letrinas, cuñetes para pintura, bañeras, cerramientos, juguetes, barreras viales, conos de señalización.

2.1.1.3 Policloruro de vinilo (PVC).

El PVC (Acoplasticos, 2012) se obtiene a partir de sal común y de petróleo o gas natural. Del petróleo se obtiene el etileno mediante un proceso de craqueo; la sal se disuelve en agua y se somete a electrólisis para separar el cloro presente en ella. El etileno y el cloro son entonces combinados bajo calor para obtener un gas, el cloruro de vinilo. Las moléculas de cloruro de vinilo (monómero) se encadenan como resultado de una reacción conocida como polimerización. El producto resultante de este proceso es el PVC en su estado de resina virgen, cuyo aspecto es el de un polvo blanco fino. Se conoce con el siguiente símbolo:



Ilustración 16: PVC
Fuente: ACOPLASTICOS

El PVC se encuentra en tuberías, perfiles o paneles (presentes en marcos usados de ventanas, puertas, revestimientos exteriores) y pueden reciclarse en aplicaciones análogas.

Las botellas y los residuos de otros productos de PVC rígido de corta vida, como las tarjetas de crédito o el empaque tipo blister, pueden aprovecharse en la producción de ductos para cables, tubería para drenaje, accesorios para tuberías que no transporten agua potable, baldosas o monofilamento para escobas y cepillos. El PVC procedente de carcazas de computadores y teclados puede utilizarse en segundas aplicaciones idénticas.

Los cables eléctricos recubiertos pueden ser pelados para quitarles el aislamiento de PVC plastificado, de manera que queden separadas la fracción de metal y la de polímero. La fracción de PVC puede reciclarse en revestimientos para pisos industriales, tapetes para automóviles, suelas de zapatos, guardabarros, barreras acústicas y mangueras de jardín, mientras que el metal conductor se recupera y comercializa nuevamente, obteniéndose de ello un buen rendimiento económico. Si la operación de pelado de los cables no fuera viable económicamente, los desechos de cables pueden quemarse en incineradores autorizados para obtener directamente el metal conductor.

Los revestimientos para pisos de PVC pueden reciclarse en nuevos revestimientos de pisos o en bases para alfombras.

El PVC presente en membranas para techos o sustratos puede reciclarse en nuevas membranas.

El PVC espumado puede reciclarse en sus aplicaciones originales si se mezcla con material virgen. En general es mejor reciclar por separado los desechos de PVC plastificados y sin plastificar, con el fin de obtener productos de alta calidad. No obstante, es admisible el uso de mezclas de residuos de PVC y de residuos de PVC con otros polímeros en aplicaciones tales como los productos sucedáneos de la madera.

Su uso mas frecuente es en: Tuberías y accesorios para sistemas de suministro de agua potable, riego y alcantarillado, ductos, canaletas de drenaje y bajantes; Componentes para la construcción, tales como: perfiles y paneles para revestimientos exteriores, ventanas, puertas, cielorasos, barandas, tejas y tabletas para pisos; Partes de electrodomésticos y computadores; Vallas publicitarias, tarjetas bancarias y otros elementos de artes gráficas; Envases de alimentos, detergentes y lubricantes; Empaques tipo blíster, papel decorativo para recubrimientos interiores, cueros sintéticos para muebles y calzado, juguetes, Membranas para impermeabilización de suelos o techos, recubrimientos aislantes para cables conductores, empaques y dispositivos de uso hospitalario (como bolsas para almacenar suero o sangre y equipos para venoclisis), mangueras para riego y suelas para calzado.

2.1.1.4 Polietileno de baja densidad (PEBD).

La composición del PEBD (Wikipedia, 2013) es similar al PEAD. Es menos rígido y, generalmente, menos resistente químicamente pero más traslúcido. También es significativamente más barato que el PEAD. PEBD se usa fundamentalmente, para bebidas. Se conoce con el siguiente símbolo.



Ilustración 17: PEBD
Fuente: ACOPLASTICOS

El PEBD se encuentra en bolsas Industriales , contenedores, Bolsas de uso general, Mangueras para riego dependiendo de la procedencia, Envases para productos no alimenticios.

Los desechos transparentes de alta calidad encuentran una aplicación en bolsas para mercado, por ejemplo, mientras que el material de calidad inferior se utiliza en bolsas para basura. Los desechos plásticos de empaques para aplicaciones agrícolas se utilizan para fabricar nuevos empaques con similar uso.

El PEBD se utiliza también en el aislamiento y la protección de cables. Los desechos de la producción de cables y en barreras acústicas.

Perfiles para muebles, contenedores pequeños y macetas.

En PEBD puede utilizarse también en productos fabricados a partir de mezclas de plásticos como ocurre con el reciclaje de desperdicios de empaques flexibles.

Su uso mas frecuente es en: Películas para envolver productos, películas para uso agrícola y de invernadero; Láminas adhesivas, botellas y recipientes varios; Tuberías de irrigación y mangueras de conducción de agua; Bolsas, sacos, tapas, juguetes, revestimientos y contenedores flexibles.

2.1.1.5 Polipropileno (PP).

El polipropileno (Acoplásticos, 2012) se produce a partir del petróleo o gas natural por un proceso de polimerización, donde cadenas cortas (monómero de polipropileno) se unen en presencia de un catalizador que posibilita la formación de largas cadenas (polímeros). Se conoce con el siguiente símbolo:



Ilustración 18: PP
Fuente: ACOPLASTICOS

El PP reciclado puede ser utilizado en varios sectores:

Sector agrícola: Sistemas de aspersión, válvulas, aspersores, cajas de recolección, comederos para aves.

Sector marítimo: Protectores para botes, deflectoras, cabos de amarre.

Sector de la construcción: Láminas divisorias, reemplazo de triplex, divisiones oficinas, separadores cielorrasos.

Sector automotriz: Bandejas para baterías, protectores guardabarros.

Sector Industrial: Cajas de recolección de piezas, tapones, rollos para embobinar, textiles, películas, cordeles, cajas de herramientas, plantillas para escobas y cepillos, zuncho, elementos decorativos, elementos promocionales, tacones de zapatos, ganchos para colgar ropa, conos y cilindros para embobinado de hilo e hilazas, baldes y todo tipo de recipientes.

Su uso mas frecuente es en: Película para empaques flexibles, confitería, pasabocas, bolsa de reempaque, laminaciones, bolsas en general. Rafia, cuerda industrial, fibra textil, zuncho, muebles plásticos, utensilios domésticos, geotextiles, mallas plásticas, carcasas de baterías, vasos desechables, vasos plásticos, tarrinas, envases para detergentes, tubería, botellas, botellones y juguetería.

2.1.1.6 Poliestireno (PS).

El poliestireno (Acoplásticos, 2012) es el polímero resultante de la síntesis orgánica entre el etileno y el benceno (hidrocarburos derivados del petróleo) para formar el monómero del estireno que se polimeriza a poliestireno. Los tipos principales de PS son el poliestireno uso general y el poliestireno de alto impacto. Se conoce con el siguiente símbolo:



Ilustración 19: PS
Fuente: ACOPLASTICOS

Los residuos de poliestireno espumado pueden ser aprovechados para obtener subproductos tales como:

Adhesivos, aprestos, emulsiones, impermeabilizantes y asfaltos modificados.

Los componentes de poliestireno rígido, como las tazas de café, pueden reciclarse en aplicaciones como estuches de videocasetes, equipo de oficina.

Los desechos de poliestireno expandido pierden sus características como espuma durante el proceso de recuperación. El material recuperado puede volver a gasificarse, pero el producto resulta más caro que el material virgen.

Artículos inyectados de oficina (papeleras, portalápices, otros elementos de escritorio), elementos decorativos, elementos promocionales, lamina extruída para aplicaciones publicitarias u otros usos. Cuerpos de tacones de zapatos ganchos para colgar ropa, conos y cilindros para embobinado de hilo e hilazas perfilería de uso arquitectónico o eléctrico, rejillas y cielorrasos de uso arquitectónico, divisiones para baño, componentes para suelas de zapatos, componente para baldosas o pisos sintéticos, componente para pegantes industriales, adoquines aglutinados, madera plástica para estibas, postes, cercas, estacas, mezcla para asfaltos, muebles inyectados (sillas, mesas), bidones, baldes para uso industrial, materas termoformadas e inyectadas para jardinería, semilleros de uso general.

Su uso mas frecuente es en: Vasos desechables y vasos de agua; Envases para jabón; Contenedores de productos lácteos, vasos, platos y cubiertos desechables; Carcazas para electrodomésticos y computadores; Gabinete interior y contrapuestas de neveras; Casetes para cintas; Juguetería; Cajas para discos compactos de audio, casetes; Recipientes de cosméticos, difusores de luz, divisiones de baño, cielorrasos, rejillas arquitectónicas y accesorios médicos.

Teniendo en cuenta el objetivo principal de esta monografía y que radica en el uso de palés a base plásticos reciclables, se presentan a continuación los lineamientos a tener en cuenta para la buena selección de los materiales y poder garantizar la calidad del palé.

2.2 Materia prima para fabricación de palés (Plástico reciclado).

El plástico más adecuado para la elaboración de palés es el Polietileno de Alta Densidad (PEAD). A continuación se explican las características físicas, químicas y mecánicas para establecer porque el Polietileno de Alta Densidad (PEAD) es el plástico más adecuado para este producto.

- El polietileno de alta densidad (PEAD), tiene una densidad ente de 0,941 – 0,965 gr/cm³.
- Presenta un alto grado de cristalinidad, siendo así un material opaca y de aspecto ceroso.
- Las propiedades de cristalinidad y de mayor densidad le da rigidez, dureza, lo que le da una mayor resistencia al impacto y la abrasión.
- Su peso molecular está entre 200.000 y 400.000 g/gmol. Lo que implica que posee una mayor resistencia a la tensión, impacto, dureza, abrasión, resistencia química (soluciones acuosas, salinas, ácidos y álcalis), barrera contra gases y punto de restablecimiento.
- Es de fácil procesamiento en procesos de transformación de resinas plásticas.
- Su grado de fusión esta entre 120 y 136°C, por lo que resiste altas temperaturas
- La absorción de humedad es menor al 0,1%
- No es resistente a fuertes agentes oxidantes, como ácido nítrico, sulfúrico fumante, peróxido de hidrogeno o halógenos.

La materia prima, el PEAD reciclado, se adquiere en una presentación peletizada, es decir pellets¹² de plástico reciclado, para la posterior fabricación de palés.



Ilustración 20: Pellets
Fuente: <http://spanish.alibaba.com>



Ilustración 21: Pellets
Fuente: <http://www.tradepro.com>

A continuación se presentan los lineamientos que permite hacer una buena selección del PEAD reciclado (materia prima) para la elaboración de palés

¹² **Pellet** o **pelet** es una denominación genérica, no española, utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido. El término es utilizado para referirse a diferentes materiales. pequeñas concentraciones de resina. (WIKIPEDIA, 2012)

2.3 Reciclaje de plásticos

El reciclaje¹³ es un proceso fisicoquímico o mecánico o trabajo que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado (basura), a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos de los humanos que no necesitamos.

El Reciclaje¹⁴ transforma materiales usados, que de otro modo serían simplemente desechos, en recursos muy valiosos. La recopilación de botellas usadas, latas, periódicos, etc. son reutilizables y de allí a que, llevarlos a una instalación o puesto de recogida, sea el primer paso para una serie de pasos generadores de una gran cantidad de recursos financieros, ambientales y cómo no de beneficios sociales. Algunos de estos beneficios se acumulan tanto a nivel local como a nivel mundial.

Para el público en general, reciclar¹⁵ es el proceso mediante el cual productos de desecho son nuevamente utilizados. Sin embargo, la recolección es sólo el principio del proceso de reciclaje. Una definición bastante acertada nos indica que reciclar es cualquier “proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos

¹³ Wikipedia, (2013,01,25). Reciclaje. Recuperado el (2013,01,27) de <http://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje>

¹⁴ El Reciclaje, (2010). Trituradoras primarias, secundarias Plantas de trituración portátiles. Recuperado el (2013,01,27) de <http://elreciclaje.org/>

¹⁵ Biodegradable. Reciclaje. Recuperado el (2013,01,27) de http://www.biodegradable.com.mx/que_es_reciclar.html

materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas”.

Se puede decir entonces que el reciclaje es un proceso en el cual se hace una separación recolección, clasificación de los desechos en la fuente o en los rellenos sanitarios, teniendo en cuenta el tipo de desechos y sus características, acondicionamiento en el cual se adecúa el residuo para su tratamiento y posterior procesamiento para convertirlos nuevamente en materia prima disponible para la elaboración de productos.

La historia del reciclaje se remonta hacia el año 400 A.C , donde grupos arqueólogos han encontrado evidencia del origen del reciclaje y desde entonces se ha dado de muchas maneras. Sin embargo, algunos de los cambios más significativos han ocurrido apenas en los últimos cientos de años, debido a algunos importantes acontecimientos históricos:

Durante la revolución industrial, el reciclaje era demasiado rutinario. La producción en masa estaba lejos de la norma, lo que significó que era más barato reutilizar sus materiales que comprarlos nuevos. Sin embargo, a fines del 1800 e inicios de los 1900s el reciclaje disminuyó mientras que la Revolución industrial se daba alrededor del mundo. Pues, la introducción de una fabricación automatizada cayó en los costos de producción perceptiblemente, y permitió que muchas compañías produjeran en masa sus materiales por primera vez. Como consumidor, era repentinamente más barato y más conveniente comprar nuevos productos de un mercado inundado que reutilizar los viejos, así que el reciclaje se detuvo por un tiempo.

El final de la Segunda Guerra Mundial provocó un boom económico que repartió otro revés drástico al concepto de reciclaje. Una economía que iba de subida significó que más dinero estaba pasando en nuevas mercancías y pocos artículos eran reciclados. Los Basureros comenzaron a ganar renombre en Estados Unidos.

Hasta los `60s y `70s el reciclaje recuperó su furor con los movimientos ambientales. Las décadas de crecimiento de la industria y de eliminación incorrecta de desperdicios dejados como muestra del desenfrenado causaron bastante preocupación al pública dando a la protección del ambiente una base real. Antes de 1970, los aspectos ambientales habían ganado bastante atención en el mundo para incitar el primer día de la tierra, así como el desarrollo del símbolo universal bien conocido para reciclar. El año 1970 también marca la creación de la Agencia de Protección Ambiental – una agencia estatal estadounidense establecida para ayudar a proteger el ambiente siguiendo investigaciones y determinadas regulaciones. Los costos energéticos en los `70s motivaron el esfuerzo del reciclaje. Los consumidores y las corporaciones aprendían que la energía y el dinero podrían ser ahorrados, junto con recursos sostenibles.

En las décadas siguientes, los esfuerzos por reciclar eran cada vez mejor incorporados en vida cotidiana, manteniendo el entusiasmo visto en las décadas anteriores. La recolección de basura reciclada fue introducida en la cotidianidad y se convirtió en norma, ayudando a establecer el reciclaje como una opción más conveniente. El deterioro de la capa de ozono ganó un reconocimiento más substancial como preocupación ambiental y fue utilizado para motivar los esfuerzos de reciclar en una escala más ancha. La

producción de materiales plásticos se incrementó, cambiando la escena y permitiendo discernir qué materiales eran hechos para reciclar.

En la actualidad la ciudad de Bogotá ha aumentado considerablemente la producción de residuos de los cuales se disponen diariamente más de 6000 toneladas en el Relleno Sanitario Doña Juana. Estos residuos a la larga son materiales que se pueden reciclar y utilizar, o darle otro fin productivo. Los recicladores de oficio, para todo el sector productivo, y que están generando problemas ambientales a la gran cantidad de residuos.

La noticia es que si se está reciclando gran cantidad de material gracias a la labor de los recicladores de oficio de Bogotá y a gran cantidad de iniciativas distritales y privadas, como lo son el Programa Distrital de Reciclaje (realizado por la UAESP), la red PRIES (red de programas de reciclaje en las instituciones de educación superior), CEMPRE (compromiso empresarial para el reciclaje), Bolsas de residuos como BORSI, entre otras iniciativas.

También existe legislación y varios proyectos de ley referentes al tema, y aunque no todo es color de rosa, y falta muchos problemas y tarea por resolver (sobre todo la formalización y regulación en el sector productivo) de forma general se puede decir que está avanzando y trabajando en el tema.

Por esta razón el alcalde Petro el 18 de Diciembre de 2012 presento el decreto 564, que da las disposiciones para el nuevo esquema de basuras de la ciudad de Bogotá. El decreto

indica que será obligación de los ciudadanos reciclen y separen los residuos en la fuente, lo que se debe hacer es presentarlo de manera separada” en bolsas de color negro y blanco.

En lo que tiene que ver con los colores de las bolsas, se explicó “que en la bolsa de color negro va lo que efectivamente ya no podemos ni utilizar ni reutilizar, y menos reciclar”. Y en la bolsa blanca: lo que si puede utilizar, las cosas que se pueden aprovechar, que lo “hemos llamado reciclaje; que va para las manos de nuestros recicladores”. y para los ciudadano a razón de lo anterior la alcaldía y el distrito iniciara campañas extensivas para apostar a que las familias reciclen. A razón de este decreto si los ciudadanos cumplen con el esquema establecido se realizaran reducciones de las tarifas y remuneración a recicladores.

2.3.1 Proceso de reciclaje de los plásticos.

Acorde a los lineamientos establecidos por la Asociación Colombiana de Plásticos, ASOPLASTICOS, en el manual del reciclador de residuos plásticos, se presenta a continuación el proceso.

- a. Separar los residuos plásticos de acuerdo a su forma: Tatucos o envases, chuspas o bolsas, pasta o inyección.
- b. Eliminar las etiquetas, tapas y el material extraño como ganchos y residuos de comida. Simultáneamente depositar en recipientes separados.
- c. Clasificar los tatucos, bolsas y pastas de acuerdo al tipo de resinas.
- d. Lavar utilizando la menor cantidad de agua posible. No utilizar soda caustica, detergentes ni disolventes fuertes.

- e. Escurrir y secar el material plástico.
- f. Si se dispone de los equipos, proceder a granular, peletizar o moler fino.
- g. Compactar y empaçar los residuos plásticos clasificados en los pasos anteriores y protegerlos para evitar la contaminación.
- h. Pesar y anotar las cantidades de residuos plásticos recuperados.
- i. Almacenar en áreas cubiertas y señalizadas.
- j. Comercializar

Dichos lineamientos son el objeto principal de una planta de reciclaje, quienes se encargan de comercializar el plástico reciclado como materia prima apta para su transformación.

2.4 Transformación de resinas plásticas.

Las resinas plásticas tienen diferentes procesos para transformación de estas, en productos terminados; Teniendo en cuenta la guía ambiental de la Asociación Colombiana de Plásticos, ACOPLASTICOS, se presentan a continuación el modelo adecuado para la elaboración de palés hechos a base de PEAD reciclado.

2.4.1 Moldeo por Inyección.

Es el proceso cíclico en el cual el polímero se procesa en diferentes etapas que conforman el ciclo de inyección. La conversión se lleva a cabo al plastificar el polímero termoplástico (mediante el suministro de energía proveniente de una fuente de calor y el

trabajo mecánico aportado por el husillo) e inyectarlo, hacerlo fluir por medio de alta presión dentro de la cavidad de un molde, donde nuevamente el polímero es llevado al estado sólido (mediante el retiro de energía a través del intercambio con un refrigerante) tomando la forma de la cavidad en que se solidificó.

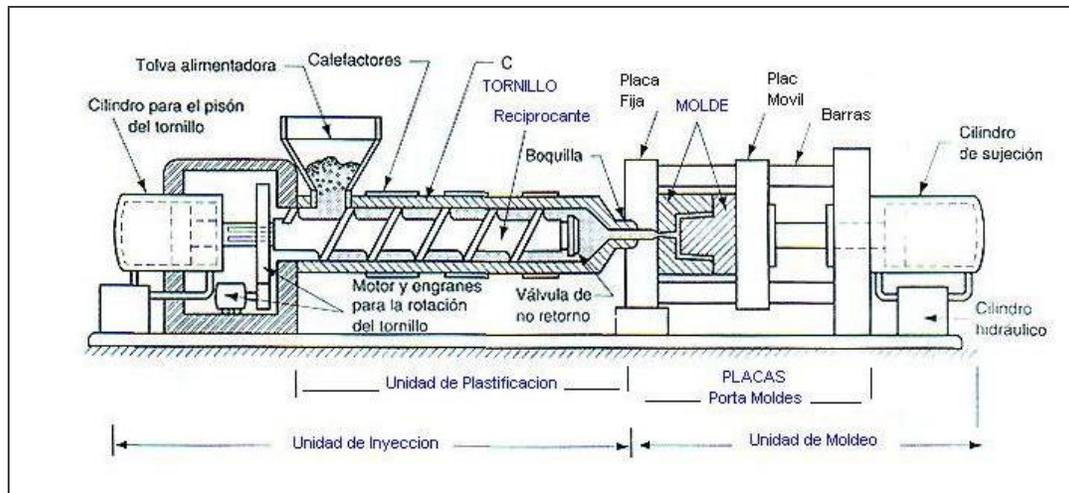


Ilustración 22: Moldeo por inyección
Fuente: ACOPLASTICOS

El proceso se lleva a cabo en un equipo de inyección, inyectora, que consta de:

- Unidad de Plastificación / Inyección
- Unidad de Moldeo
- Unidad de Control
- Unidad de Potencia

Existen modificaciones o implementaciones para algunos procesos específicos de moldeo por inyección en los cuales, bien sea por el proceso o por el material, se requieren

implementos especiales tanto en la unidad de plastificación, como en la unidad de moldeo o aún en el mismo molde.

Clases de moldeo

- Moldeo de dos o más componentes
- Moldeo asistido por gas o por agua
- Moldeo de piezas espumadas
- Decoración en el molde

Existen tres tipos de maquinaria para el proceso de inyección: hidráulica, eléctrica e híbrida. En la inyección con sistema hidráulico, el aspecto ambiental más relevante a considerar es el aceite proveniente de fugas frecuentes en este tipo de sistemas. Los procesos de inyección totalmente eléctricos normalmente consumen menos energía que los hidráulicos y tienen la ventaja de no generar contaminación por fugas de aceite. Igualmente, los sistemas eléctricos son más silenciosos que los sistemas hidráulicos.

2.4.1.1 Tipos de Molde de Inyección

- a. Moldes de colada caliente:** son aquellos donde los canales de conducción del polímero fundido se mantienen a una temperatura tal, que el plástico nunca se solidifica, puesto que en ciclo de enfriamiento únicamente se solidifica el producto

inyectado y no se generan residuos sólidos en la fase de expulsión de la pieza inyectada.

- b. Moldes de colada fría:** son aquellos en donde los canales de conducción del polímero fundido no se mantiene a alta temperatura, debido a que el plástico contenido en ellos se solidifica durante la fase de enfriamiento, simultáneamente con la pieza inyectada. Este residuo (material sobrante con la forma de los conductos de inyección) se conoce como arañas o velas y puede ser recuperado.

Para la elaboración de palés con plástico reciclado se requiere de un proceso de inyección por moldeo descrito anteriormente, el cual se detalla a continuación las características de la maquinaria y las condiciones de la operación dadas según especificaciones de la Enciclopedia de Plásticos del Instituto Mexicano de Plásticos, S.C. Impreso por Litografía Publicitaria, edición 1, 1997.

2.4.2 Secado.

El polietileno de alta densidad PEAD no requiere un proceso de secado debido a que la absorción de humedad es menor al 0,1%

2.4.3 Regranulado.

Se puede mezclar el recuperado con material virgen en una proporción del 30%, aunque para el caso de estudio que es el uso de palés hechos con plástico reciclado, se recomienda que dicha pieza se trabaje con el 100% de material reciclado.

2.4.4 Inyección.

2.4.4.1 Características de la maquinaria.

- a. **Husillo.** Es husillo utilizado para la inyección de Polietileno es de tipo universal, con una relación de L/D de 18:1 a 20:1 y paso un paso constante de 1D. Los husillos están regularmente adaptados con una válvula de antirretorno, que tiene por objeto impedir que el material se regrese a lo largo de este durante el proceso de inyección

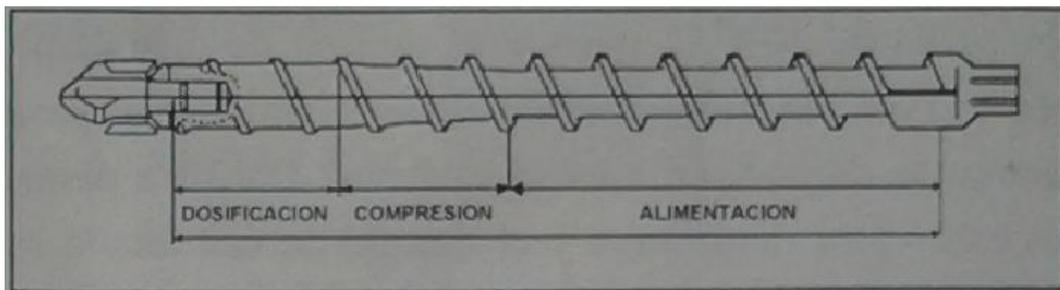


Ilustración 23: Husillo para inyección de Polietileno
Fuente: Enciclopedia de Plástico del IMPSC

- b. Boquilla.** Se abre automáticamente cuando se apoya sobre el bebedero del molde, y se cierra cuando la unidad de inyección se separa de este y la presión del material existente en la cámara de inyección empuja al pistón pequeño contra la parte externa, cerrando el barreno de la salida principal.

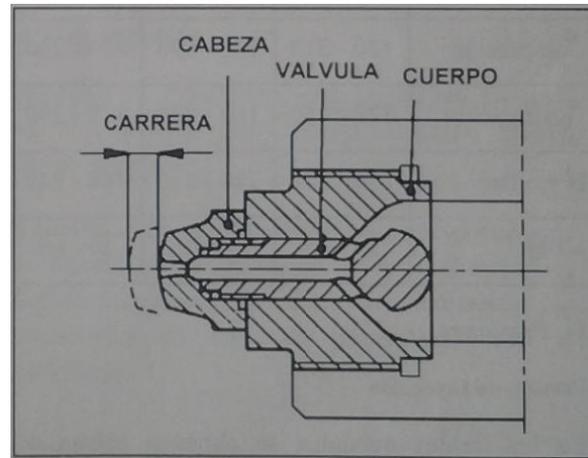


Ilustración 24: Boquilla de inyección
Fuente: Enciclopedia de Plástico del IMPSC

c. Condiciones de operación.

- **Perfil de temperatura.**

Material Zona T°C	PEAD
Tolva	50 - 80
Alimentación	170 - 180
Compresión	170 - 200
Dosificación	170 - 200
Boquilla	180 - 240
Molde	10 - 60

Tabla 5: Perfil de temperatura
Fuente: Enciclopedia de Plástico del IMPSC

- **Presión de inyección.** En los límites máximos se disminuye la formación de burbujas.

Se recomienda usar una presión en la primera etapa de 1,5 Kg/cm² y para la segunda 750 Kg/cm².

En relación a las dimensiones del palé tipo estándar que es de 100cm X 120cm, es decir 12.000 cm² o 1.2 mts², se requiere una presión en la primera etapa de 1800kg y en la segunda etapa de 9.000.000 Kg

- **Tiempo de sostenimiento.** Depende del espesor y la geometría de la pieza, se aconseja reducir progresivamente el tiempo e avance del tornillo hasta que se noten rechupes en la superficie de la pieza. A partir de este punto, se va incrementando a razón de 1 seg. Cada 3 o 4 ciclos hasta que la pieza no tenga marcas.
- **Velocidad.** Para lograr buena apariencia superficial y propiedades mecánicas, la velocidad de inyección debe ser alta, especialmente para aquellas piezas que tengan espesores muy delgados.

Para el PEAD la velocidad de inyección debe ser de 0,78 a 0,75 mts/s para un tornillo de 40mm de espesor y su velocidad de rotación no debe exceder los 40 mts/s.

- **Molde.** Para el diseño del molde, debe considerarse que los polietilenos, por ser materiales semicristalinos, presentan condiciones de moldeo relativamente grandes de 0,025 a 0,060 cm/cm en alta densidad
 - ⇒ **Bebedero.** No requiere ninguna consideración especial, por lo que se emplean bebederos convencionales con ángulo de salida de 3 a 5° y con un diámetro mayor al de la boquilla.
 - ⇒ **Coladas.** Su tamaño aproximado es de 4 a 7mm. Hay que tener en cuenta que para diámetros mayores, se tiende a aumentar el ciclo de moldeo son lograr aumentar significativamente la rapidez del llenado del molde.
 - ⇒ **Puntos de inyección.** Se pueden manejar de cualquier tipo (de escalón, abanico, lengüeta, aguja, submarino o túnel, de anillo, de disco) siempre y cuando su ancho no supere los 0,5cm y su longitud no sea mayor a 0,75cm.
 - ⇒ **Orificios de venteo.** Se utilizan cuando las ranuras del plano de partición de las partes del molde no son suficientes para liberar el aire y este no puede escapar por los expulsadores o troqueles auxiliares. Deben tener un ancho de 0,025 a 0,08mm y una profundidad de 4 a 6mm, generalmente.

Dicho proceso da como resultado final un palé que cumple con las especificaciones y estándares internacionales dados por el ICONTEC en las Normas Técnicas Colombianas, para almacenamiento y distribución de mercancías a nivel internacional.



Ilustración 25: Palé de plástico en PEAD reciclado

Fuente: www.Logismarket.com.ar

Especificaciones:

Características	Especificaciones
Material	PEAD
Dimensiones 1	1200 mm X 1000 mm X 150 mm
Dimensiones 2	1000 mm X 800 mm X 15 mm
Tara	15 Kg
Capacidad de carga estática	2000 Kg
Capacidad de carga dinámica	1000 Kg
Humedad	0,10%
Densidad	0,95 gr/cm ³
Altura de arrume X 2 Unidades	2000 mm + 1000 mm por palé
Características especiales	Encajable
	4 Entradas
	Intercambiable
	No reversible
	Reutilizable
	Reciclable
	Exento de regulación NIMF-15

Tabla 6: Especificaciones técnicas palé de plástico reciclado

Fuente: Autores

3. USO DE PALÉS EN ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN FÍSICA NACIONAL E INTERNACIONAL.

Los palés hechos con PEAD reciclado están perfectamente adaptados para ser utilizados en la unitarización o paletización de mercancías bien sea para transporte nacional e internacional o almacenamiento.

3.1 Uso de los palés.

Los palés son empleados para agrupación de mercancías y convertirlos en una sola unidad de carga, dicho proceso se conoce con el nombre de paletizar o estibar.

El paletizado¹⁶ es la acción y efecto de disponer mercancías sobre un palé para su almacenaje y transporte. La carga de un palé se puede realizar a mano, si bien no es el sistema más usual. En muchos países el peso máximo de un paquete que puede ser manipulado a mano es de 25 Kg y está, cada vez más, limitado a 15 kg para adaptarse a las limitaciones femeninas y prevenir las paradas de trabajo por dolores de espalda y otras dolencias, etc. Lo más habitual es manipular las cargas mecánicamente.

Paletizar¹⁷ (estibar) es agrupar sobre una superficie (pallet, tarima, paleta) una cierta cantidad de objetos que en forma individual son poco manejables, pesados y/o voluminosos; o bien objetos fáciles de desplazar pero numerosos, cuya manipulación y

¹⁶ Wikipedia, (2012,0928), Paletizado. Recuperado el (2013,01,22) de <http://es.wikipedia.org/wiki/Paletizado>

¹⁷ GS1 Costa Rica (2003, 11), Manual de palatización. Pg. 4. Recuperado el (2013,01,22) de <http://www.winesinform.com/manualpaletizacion.pdf>

transporte requerirían de mucho tiempo y trabajo; con la finalidad de conformar una unidad de manejo que pueda ser transportada y almacenada con el mínimo esfuerzo y en una sola operación y en un tiempo muy corto.

Paletizar¹⁸ consiste en acomodar cajas de productos sobre un soporte de madera conocido como pallet o tarima, para facilitar la manipulación y el transporte contemporáneo de una gran cantidad de artículos sin someterles a manejos excesivos.

Podemos concluir que el palé es una plataforma plana la cual es utilizada para la acomodación de varias unidades de carga sobre esta con el fin de convertirla en una sola unidad para reducir la manipulación de mercancías en su almacenamiento y transportes haciéndolos más eficientes.

3.2 Paletización.

La paletización¹⁹ ha sido considerada como una de las mejores prácticas dentro de los procesos logísticos, ya que permite un mejor desempeño de las actividades de cargue, transporte, descargue y almacenamiento de mercancías; optimizando el uso de los recursos y la eficiencia de los procesos que se realizan entre los integrantes de la cadena de abastecimiento.

¹⁸ OCME, Paletización y formación de estrato. Pg 5. Recuperado el (2013,01,22) de http://www.ocme.it/adm/Media/gallery/paletizadores_es.pdf

¹⁹ GS1 Costa Rica (2003, 11), Manual de paletización. Pg. 4. Recuperado el (2013,01,22) de <http://www.winesinform.com/manualpaletizacion.pdf>

Para la distribución²⁰, la recepción de mercancías en estibas significa simplificación de las operaciones de recuento y verificación de stocks, disminuyendo así los problemas con los proveedores por causa de las entregas, mejora la preparación de los pedidos y la distribución de las mercancías, posibilita la compra por unidades estándar de estiba, facilidad de recepción y control de entregas, aceleración de la descarga y el almacenamiento, liberación de los puestos de despacho, despeje de los andenes y pasillos, rapidez de los flujos de mercancías, mejor aprovechamiento del espacio de almacenaje, reducción de los daños en las mercancías, gracias a la mejora de las condiciones del transporte; Y para el fabricante, el envío de mercancía en estibas significa proporcionar una mejor presentación, favoreciendo la imagen de marca, venta por unidades estándar de estiba, una mejora general de la organización logística, una disminución de los costos de manipulación, almacenaje y transporte, una mejor relación con sus clientes que le piden incluso el envío de mercancías estibadas, racionalización y normalización de los envases y embalajes para una mejor utilización y uso de la superficie de la estiba, adaptación del sistema de almacenaje a la dimensión de la estiba, elección de medios de transporte (carrocería de camión) adaptados a la estiba, reducción del riesgo de daños en la mercadería y, como consecuencia, la reducción de los inconvenientes con clientes.

²⁰ ECOFORMAS, (2011), Por qué estibar o paletizar? Recuperado el (2012,01,22) de <http://www.ecoformas.com/ES/tip/4>



Ilustración 26: Ventajas del uso de los palés
Fuente: Manual de paletización y contenedores. IAC Colombia

En la ilustración podemos identificar fácilmente las ventajas que se mencionan a continuación:

- Menor tiempo de cargue y descargue de camiones.
- Menor manipulación de la mercancía
- Menores costos de mano de obra
- Mejor relación con los clientes
- Mayor seguridad del personal involucrado en la manipulación de las mercancías
- Mejor aprovechamiento del espacio de los vehículos (Cubicación óptima) y almacenaje.
- Optimización de la logística de distribución y almacenamiento.

3.3 Configuración de la carga.

La configuración de la carga está enfocada a la elaboración de estibas, proceso que consiste en la acomodación sobre la superficie del palé varias unidades de embalaje para ser transportadas o almacenadas como una sola unidad.

3.3.1 Superficie del palé.

Teniendo en cuenta las dimensiones estándares internacionales de la superficie del palé, 1000mm X 1200mm, las unidades de embalaje deben tener medidas estandarizadas que permitan adaptarse a dichas dimensiones.

De acuerdo a la norma ISO 3394, las cajas deben tener unas medidas patrón de 600mm X 400mm o submúltiplo de estas.

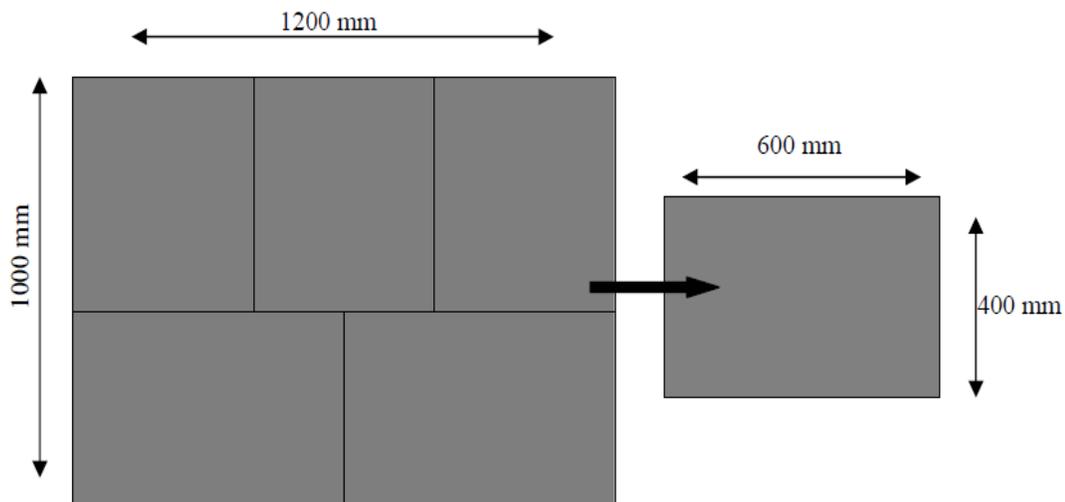


Ilustración 27: Medidas estándar de las cajas
Fuente: ISO 3394

Tamaños Modulares Norma ISO 3394
Módulo Patrón 600mm X 400mm
Submúltiplos (mm)
600 X 400
300 X 400
200 X 400
150 X 400
600 X 200
300 X 200
200 X 200
150 X 200

Tabla 7: Medidas estándar de las cajas
Fuente: ISO 3394

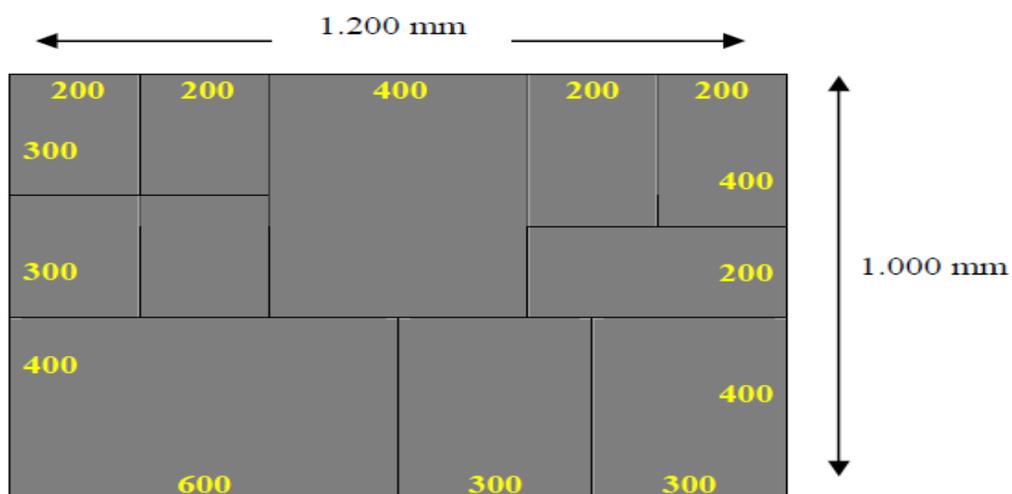


Ilustración 28: Tamaños modulares de las cajas
Fuente: ISO 3394

El objetivo de las medidas estándares de las unidades de embalaje es cubrir el 100% de la superficie del palé perfectamente a ras de los bordes de esta sin que sobre o falte espacio sobre esta.

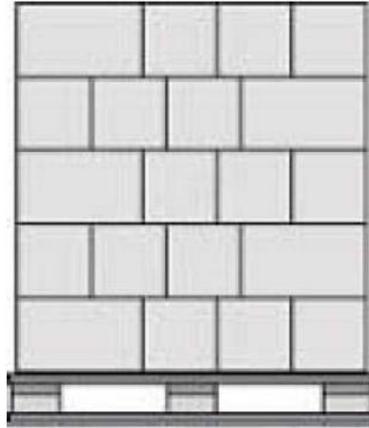


Ilustración 29: Vista frontal de la estiba
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

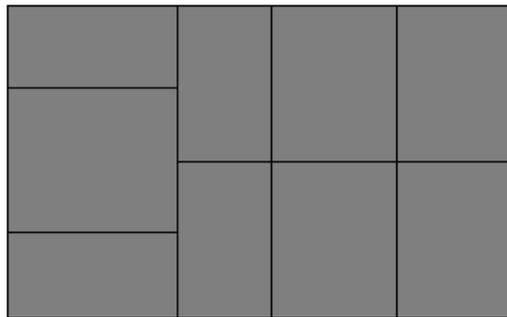


Ilustración 30: Vista superior de la estiba
Fuente: Autores

3.3.2 Altura de la estiba.

Para establecer la altura de la estiba hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Altura de la unidad de transporte (vehículos, contenedores) o almacenamientos (racks).

Es decir: Si la altura del rack de almacenamiento es de 1300 mm, la estiba debe tener una altura de 1200 mm. Se recomienda que se establezca

un espacio libre de 100 mm para maniobrabilidad del equipo de elevación y manipulación. Se aplica la misma configuración para contenedores y vehículos de carga, siempre dejando 100 mm de espacio.



Ilustración 31: Almacenamiento

Fuente: <http://www.maquinaspy.com/categoria1.asp?id=49>



Ilustración 32: Transporte

Fuente: http://es.123rf.com/photo_14920986_contenedor-con-palets-red-bienes-de-contenedores-de-carga-puertas-abiertas-y-vista-frontal-cajas.html

El objetivo es aprovechar el máximo espacio disponible. Una inadecuado manejo de la altura de la estiba, significa no aprovechar el 100% del espacio de los racks o unidades de transporte (Vehículos de carga, contenedores), lo

que se traduce en mayores costos de almacenamiento o transporte por unidad.

- Altura de la estiba. Debe facilitar la acomodación y extracción de los corrugados. Se recomienda que la carga no supere 1,15mts de altura incluido el palé

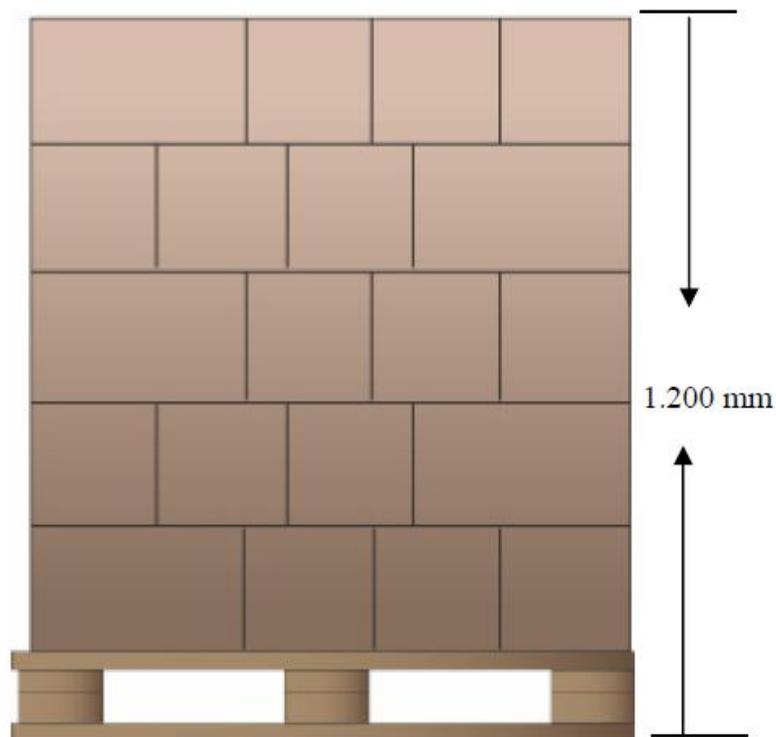


Ilustración 33: Altura de la estiba
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

3.3.3 Peso de la estiba.

El peso de las unidades de embalaje, determina la altura de modo que al ser arrumadas a una altura máxima el peso no aplaste y deforme los corrugados que están sobre la base.

La Organización Mundial del Trabajo (OMT), recomienda que cualquier producto, carga o mercancía que en algún momento determinado sea necesario manipularlo por fuerza humana, por razones ergonómicas, no debe pesar en bruto mas de 25 Kg para hombres y 15 Kg para mujeres.

Los palés deben estar diseñados para soportar una carga mínima de 1000 kg sin sufrir daños en su estructura. Por tal razón la sumatoria de las unidades de embalaje o corrugados debe ser mínimo de 1000 kg y máximo a de acuerdo a la capacidad de carga dinámica y/o estática del palé.

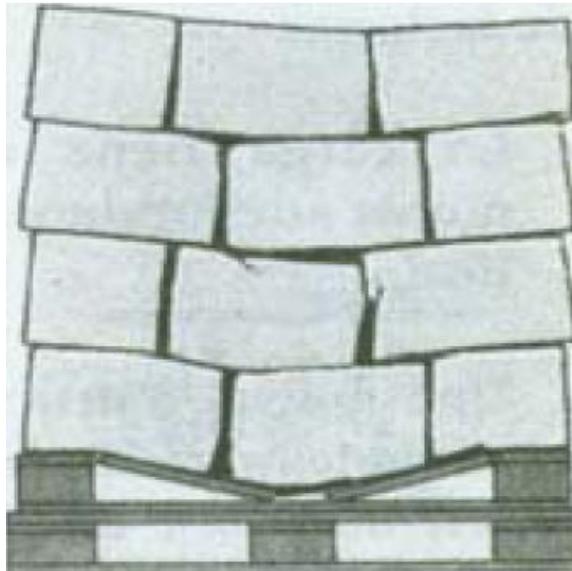


Ilustración 34: Peso de la estiba

Fuente: Manual de paletización y contenedores. IAC Colombia

3.3.4 Modelos de paletización.

Para una correcta acomodación de las unidades de embalaje o corrugados con el fin de darle estabilidad a la estiba, se recomienda emplear los siguientes modelos.

Modelo 1. Los tendidos inferiores se acomodan en forma de columna, siempre los últimos 2 tendidos se acomodan en sentido contrario a los inferiores.

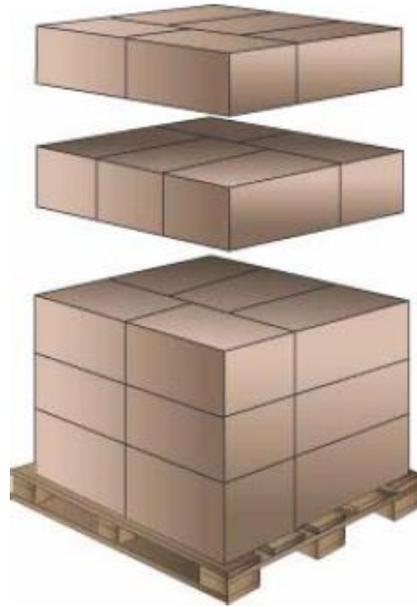


Ilustración 35: Modelo 1 de paletización
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

Modelo 2. Las unidades se acomodan siempre en el mismo sentido. Entre cada tendido se ubica una superficie de cartón; Este método se emplea cuando el peso de la mercancía embalada en cajas o corrugaos es alto y que la acomodación en forma de columna termina por deformar los tendidos inferiores poniendo en riesgo de daño o deterioro la mercancía. La función del cartón es repartir el peso uniformemente sobre todo el tendido.

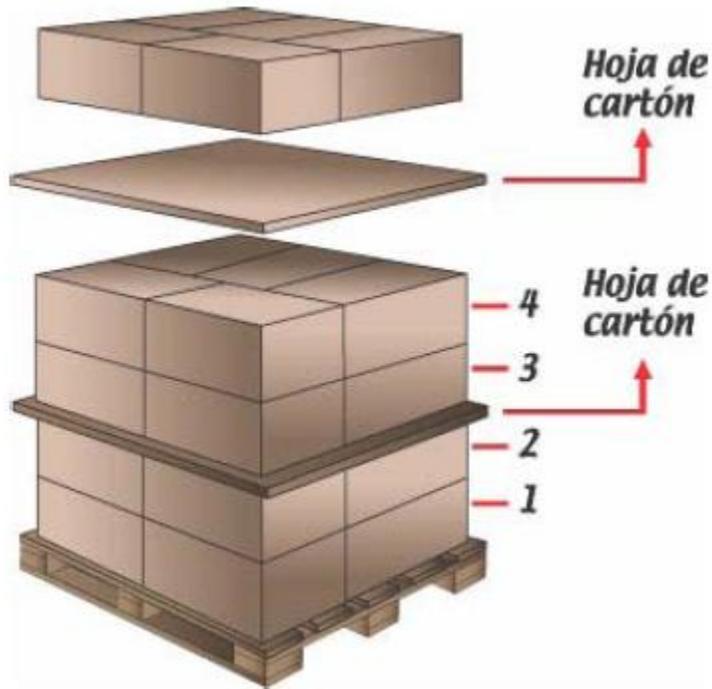


Ilustración 36: Modelo 2 de paletización
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

3.3.4.1 Formas inadecuadas de paletización.

Los inadecuados métodos de paletización conllevan a que el objetivo principal del uso de los palés no se cumpla, el cual pone en riesgo la seguridad de la mercancía siendo susceptible a posibles daños durante la manipulación de la carga, el transporte o almacenamiento. Además de esto, la eficiencia se ve disminuida debido a que se pierde espacio dentro de una unidad de transporte traduciéndose esto en mayores costos de almacenamiento y transporte.



Ilustración 37: Traslado de carga mal paletizada
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica



Ilustración 38: Traslado de carga mal paletizada
Fuente: http://es.123rf.com/photo_5253129_prestacion-de-un-accidente-con-un-montacargas-con-clipping-path-y-sombra-sobre-blanco.html

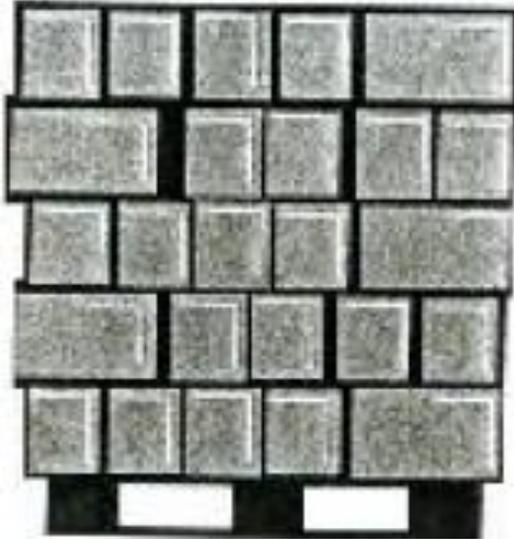


Ilustración 39: Estiba en almacenamiento mal paletizada
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

- a. Desbordamiento.** La carga sale o sobrepasa la base del palet. Conlleva a que la estiba no pueda ser acomodada en pares dentro de un vehículo o que no quepa dentro de un rack de almacenamiento.

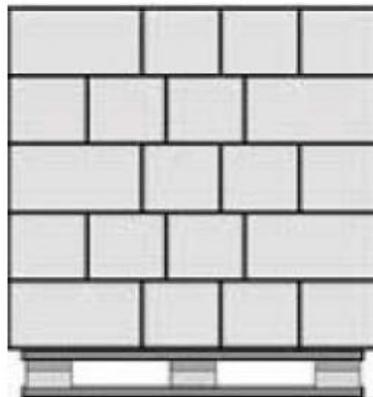


Ilustración 40: Desbordamiento
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

- b. Escoramiento.** La estiba pierde su estructura por el desacomodo de la carga debido a un mal modelo de paletización o por la no adhesión de la misma. La mercancía es susceptible de deterioro y daños.

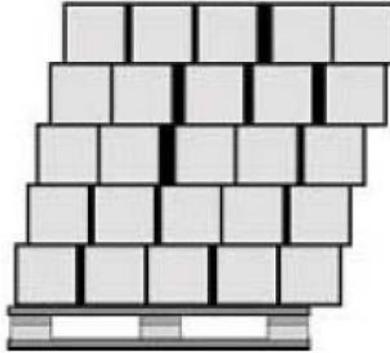


Ilustración 41: Escoramiento
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

- c. Protuberancias.** Mala acomodación de la carga debido a un mal empleo de los métodos de paletización. No permite una buena acomodación de la estiba dentro de un vehículo o rack de almacenamiento.

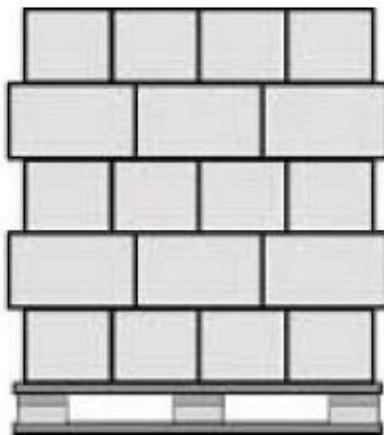


Ilustración 42: Protuberancias
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

- d. Carga adentrada.** La carga no ocupa el 100% de la superficie del palé, lo que sugiere pérdida de espacio. Genera pérdida de espacio y aumento de costos en transporte y almacenamiento.

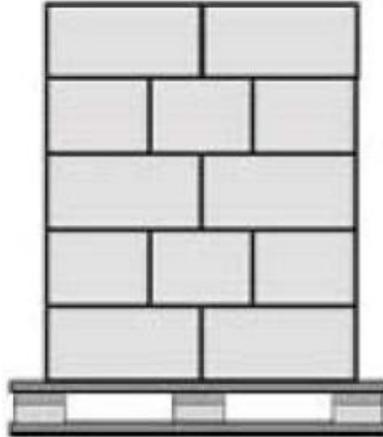


Ilustración 43: Carga adentrada
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

- e. Cavernas.** Se crean espacios debido a una mala acomodación de la carga. Genera pérdida de espacio y aumento de costos en transporte y almacenamiento. Genera pérdida de espacio y aumento de costos en transporte y almacenamiento.

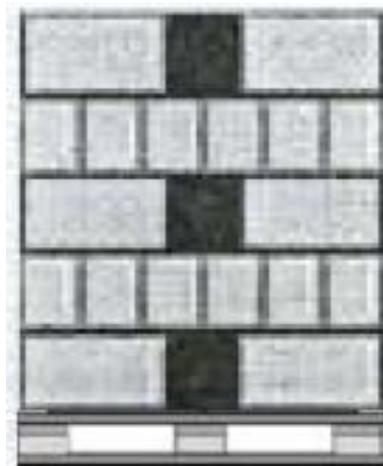


Ilustración 44: Cavernas
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

- f. **Fisuras.** Se crean espacios debido a una mala acomodación de la carga. Genera pérdida de espacio y aumento de costos en transporte y almacenamiento.

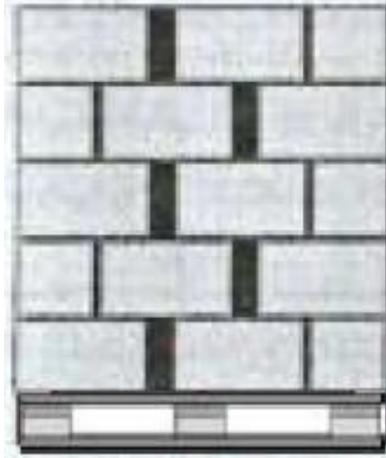


Ilustración 45: Fisura

Fuente: Manual de paletización y contenedores. IAC Colombia

- g. **Sin cruzamiento.** La acomodación de las cajas consiste en acomodar una sobre otra en forma de columna sin que haya cruzamiento de estas. Genera desacomodo de las cajas lo que puede llevar a posibles daños a la mercancía

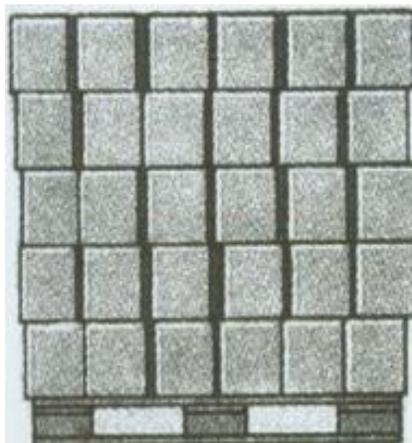


Ilustración 46: Sin cruzamiento

Fuente: Manual de paletización y contenedores. IAC Colombia

- h. Escalera.** La carga es mal acomodada por lo que se pierden espacios lo que conlleva a mayores costos de almacenamiento y transporte.

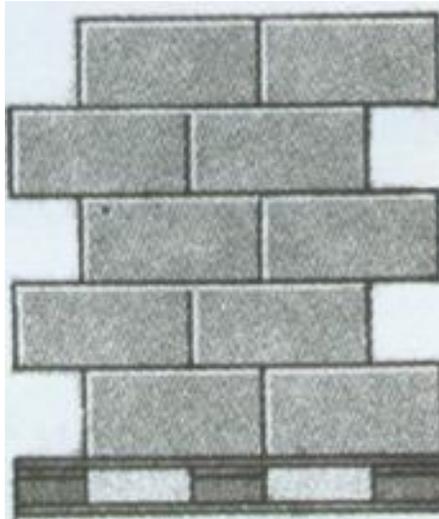


Ilustración 47: Escalera

Fuente: Manual de paletización y contenedores. IAC Colombia

3.3.5 Cohesión de la carga.

Para evitar el movimiento de las unidades de embalaje o se deslicen de la superficie del palé, se recomienda forrar o recubrir la estiba con plástico de polipropileno (Strech).

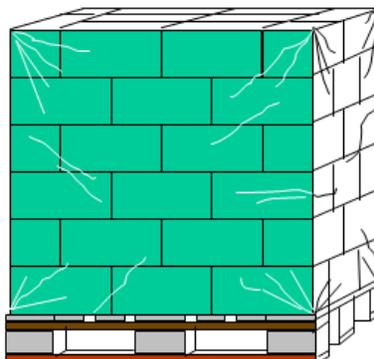


Ilustración 48: Cohesión de la carga

Fuente: Asociación Argentina de Logística Empresarial

O bien, si la carga requiere de un tratamiento especial debido a las condiciones de fragilidad de la mercancía o por solicitud expresa de un cliente, se recomienda enguacalar la estiba.



Ilustración 49: Estiba enguacalada
Fuente: www.logismarket.com.mx

3.4 Manipulación de la carga.

Como se ha mencionado anteriormente, las estibas facilitan la manipulación de varias unidades como una sola. Para garantizar la manipulación, se requiere de equipos especializados que garanticen dicha operación.

3.4.1 Equipos de manipulación.

Los equipos de manipulación, son herramientas empleadas para la movilización de estibas de un lugar a otro dentro de un almacén y para levantar esta hasta un nivel en racks de almacenamiento o a un medio de transporte. Dentro de los más usados se encuentran:

- a. **Carretillas.** Se emplean para cargas pequeñas y de bajo volumen. No aplican para manipulación de estibas.



Ilustración 50: Carretillas
Fuente: www.logismarket.net



Ilustración 51: Carretillas
Fuente: www.ferrovicmar.com



Ilustración 52: Carretillas

Fuente: http://es.123rf.com/photo_12332175_gran-conjunto-de-montacargas-y-la-ilustracion-palet-camiones.html

- b. Apiladores.** Son utilizados para cargar y descargar estibas de un medio de transporte, generalmente camiones. Se emplean para mover estibas a nivel de piso y en trayectos cortos. Tiene una capacidad de hasta 2.5 Toneladas.



Ilustración 53: Apiladores

Fuente: <http://www.anunciandoteaqui.com/wp-content/uploads/2012/08/674563.jpg>



Ilustración 54: Apiladores

Fuente: http://es.123rf.com/photo_16185973_una-transpaleta-o-carretilla-elevadora-con-dos-pilas-de-palets-en-el-fondo-render-3d.html



Ilustración 55: Apiladores

Fuente: www.accesorios-carpinteria.com

- c. **Apiladores eléctricos.** Su capacidad de carga es mayor que los apiladores sencillos, hasta 4.5 Toneladas. Su maniobrabilidad es mayor en cuanto a un menor esfuerzo por parte del operario para empujar.



Ilustración 56: Apilador eléctrico

Fuente: <http://www.es.all.biz/img/es/catalog/19632.jpeg>



Ilustración 57: Apilador eléctrico

Fuente: http://es.123rf.com/photo_9801948_operador-de-montacargas-manual-de-trabajador-senior-en-rojo-uniforme-en-el-trabajo-en-almacen.html

- d. **Montacargas**²¹. Es Una carretilla elevadora, *clark*, grúa horquilla, montacargas o toro es un vehículo contrapesado en su parte trasera, que mediante dos horquillas puede transportar y apilar cargas generalmente montadas sobre tarimas o palés.



Ilustración 58: Montacargas
Fuente: Doosan



Ilustración 59: Montacargas
Fuente: http://es.123rf.com/photo_4218541_montacargas.html

²¹ Wikipedia, Carretilla elevadora (10,01,2013). Recuperado el (18,02,2013) de http://es.wikipedia.org/wiki/Carretilla_elevadora

Son empleados para cargas estibadas pesadas, entre 2 y 10 toneladas dependiendo de las características de este. Su uso es para elevación de estibas a alturas e hasta 12 mts. en racks de almacenamiento, transportar carga para trayectos largos dentro de un almacén o a plataformas de cargue de camiones. Los palés de acuerdo a estándares internacionales, están diseñados para que estos equipos puedan levantarlos, transportarlos y manipularlos sin ninguna restricción

3.5 Gestión de Almacenamiento.

Un almacén es un área física definida utilizada exclusivamente para la administración de un proceso integral de recepción de mercancías, control de inventarios, manejo de información y distribución de productos luego de un almacenamiento.

El almacenamiento²² es un conjunto de actividades que se realizan para guardar y conservar artículos en condiciones óptimas para su utilización desde que son producidos hasta que son requeridos por el usuario o cliente final.

Para una buena gestión de almacenamiento, sin duda alguna es necesario la utilización de palés, debido a que estos colaboran en la organización de un almacén, aprovechando el máximo espacio disponible de este, genera seguridad a la mercancía y facilita el conteo físico.

²² Sistemas de almacenamiento. Recuperado el (20,02,2013) de <http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/Sistemas%20de%20Almacenamiento.pdf>

El uso de palés para almacenamiento de mercancía estibada o paletizada, genera un aporte significativo debido a los siguientes factores:

- Facilita la ubicación de productos dentro del almacén.
- Se reducen los riesgos de deterioro de la mercancía que pueden ser generados por humedad, polvo, contaminación, aplastamiento de la misma por mala acomodación.
- La manipulación de mercancías es menor, debido a que con un solo esfuerzo y movimiento se manipulan un mayor número de unidades.
- Ayuda a controlar un stock óptimo debido a que el conteo se facilita y se puede manejar en tiempo real.



Ilustración 60: Almacenamiento con estibas
Fuente: www.logismarket.com.mx

2.5.1 Almacenamiento de palés.

Para una empresa que maneje un gran volumen de palés para transporte y distribución de mercancías, requiere un espacio destinado para el almacenamiento de estos.



Ilustración 61: Almacenamiento de palés

Fuente: http://es.123rf.com/photo_8906063_hombre-operativo-monton-de-elevacion-de-montacargas-de-euro-palets.html

Ejemplo: Se cuenta con una bodega para almacenamiento de palés de 3 mts X 3 mts X 3 mts.

Medidas			
	Alto (Mts)	Ancho (Mts)	Largo (Mts)
Bodega	3	3	3
Palé de Madera	0,15	1	1,2
Palé Plástico	0,1 + 0,05	1	1,2

Tabla 8: Almacenamiento de palés

Fuente: Autores

Las cantidades de palés que se pueden almacenar en dicha bodega son las siguientes:

No de palés almacenados en una bodega de 9 Mts2 X 3 Mts				
	Alto	Ancho	Largo	Total
Palé de Madera	20	3	2	120
Palé Plástico	29	3	2	174

Tabla 9: Cantidades de palés almacenados

Fuente: Autores

Se puede observar que el almacenamiento de palés hechos con PEAD reciclado y cuya característica es encajables, permite almacenar hacia arriba un 31% mas de unidades.

Relación de costos			
	Costo Bodega	No de palés	Costo por palé
Palé de Madera	\$ 100.000	120	\$ 833
Palé Plástico	\$ 100.000	174	\$ 575

Tabla 10: Relación de costos en almacenamiento de palés

Fuente: Autores

Se puede estimar un ahorro en almacenamiento de \$259 por palé, lo que equivale a un ahorro mensual total de \$14.741 y anual total de \$176.897. El ahorro en costos estimado es de un 45%

3.5.2 Inventario.

El uso de palés para paletización o estiba de mercancías, es de gran colaboración para la realización de inventarios, debido a que una unidad paletizada y estandarizada contiene exactamente las mismas unidades de embalaje, por tal razón a la hora de hacer un

inventario no se requiere de un conteo de unidad por unidad si no que se realiza contando las estibas existentes.

Ejemplo: Una estiba contiene 24 cajas de X producto y cada caja contiene 100 unidades del mismo. Si en el almacén existen 100 estibas, significa que el inventario está en 2400 unidades de embalaje y 240.000 unidades de producto. Se puede estimar el conteo de 240.000 unidades en un tiempo de 10 min por unidad de embalaje o caja teniendo en cuenta el proceso de desempaque y reempaque.

Unidades	Tiempo estimado	No de Operarios	Minutos	Horas
240000	10 Min	1	24000	400
240000	10 Min	2	12000	200
240000	10 Min	3	8000	133,33
240000	10 Min	4	6000	100
240000	10 Min	50	480	8

Tabla 11: Estimación de tiempos de inventarios

Fuente: Autores

Como se puede observar en el cuadro anterior, con un operario se necesitan de 400 Horas para la realización del inventario y con 50 operarios se realiza el conteo en una jornada laboral de 8 horas.

En ambos escenarios la gestión de almacenamiento es catastrófica debido a que con un solo operario el tiempo es muy alto y con 50 operarios que se requieren para reducir el tiempo a un día laboral, los costos de mano de obra son también muy altos. Dicha práctica hace de una gestión de almacenamiento totalmente ineficiente, inoperante y de muy bajo nivel competitivo.

3.5.3 Cargue y descargue.

El uso de palés en el cargue y descargue de camiones reduce significativamente el tiempo, lo que colabora para una óptima gestión de almacenamiento. Como se puede observar en la ilustración, hay un ahorro de 48 minutos para cargue de mercancía al medio de transporte, esto se ve reflejado en una operación más eficiente que se traduce en reducción de costos.

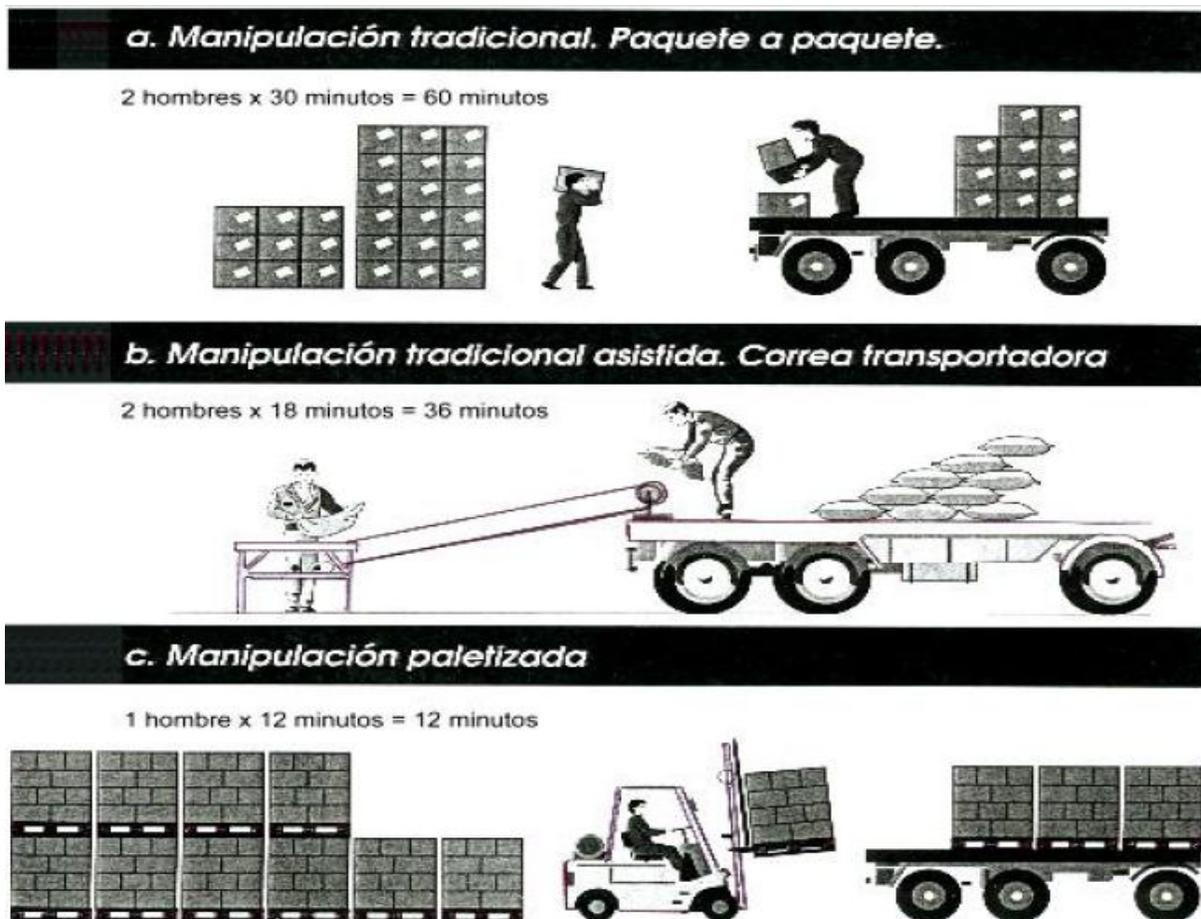


Ilustración 62: Manipulación de mercancía
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

El uso de palés hechos con PEAD reciclado, tiene un alto aporte en la gestión de almacenes debido a los siguientes factores:

- Ahorro de espacio y costos de almacenamiento de palés, lo que sugiere un menor costo de almacenamiento debido a que el diseño de estos que permite ser encajables aprovechar mejor la altura de las bodegas.
- El aprovechamiento del espacio de almacenamiento para palés, sugiere que con el mismo uso de energía eléctrica pueden almacenarse un mayor número de palés dentro de una bodega sin ningún problema, lo que se traduce en un mejor uso de este recurso por unidad almacenada y por ende disminución de costos.

3.6 Gestión transporte.

Los palés son ampliamente utilizados en transporte para sistemas de distribución siempre y cuando la mercancía vaya unitarizada en estibas, lo que se traduce en reducción de riesgos a la carga, minimización de tiempos de cargue y descargue y mejor aprovechamiento de las unidades de carga de los vehículos de transporte.



Ilustración 63: Transporte de estibas
Fuente: Manual de paletización GS1 Costa Rica

El uso de palés tiene un alto aporte en la gestión de transporte debido a los siguientes factores:

- Minimiza los tiempos de cargue y descargue
- Protege la mercancía contra riesgos, daños y pérdidas
- Facilita la distribución debido a que se movilizan más productos como una sola unidad de carga.
- Mejor aprovechamiento de los espacios en los vehículos lo que permite transportar un mayor número de mercancía.

3.6.1 Transporte terrestre²³.

El transporte de carga se entiende como distribución física de mercancías, que es un tema que se relaciona directamente con el mercadeo. Dicho en forma simple la distribución física es llevar el producto desde el centro de producción al consumidor final.

Como lo apunta P. Kotler no se debe confundir las decisiones sobre los canales de distribución y las de distribución física. Las primeras tienen relación con los intermediarios comerciales que se utilizarán. La segunda está relacionada con las actividades de control y administración de inventarios, envasado, almacenamiento en lugar de producción, transporte, almacenamiento de lugar de envío y entrega del producto al cliente final.

Dependiendo del tipo de producto la distribución física será más o menos compleja. Al igual los costos variarán considerablemente, tratándose de uno u otro. No es lo mismo distribuir físicamente productos perecibles o no perecibles, líquidos o sólidos, inflamables o inocuos, gaseosos o no gaseosos, pequeños de tamaño o muy grandes.

En algunos casos los costos de distribución física pueden representar cantidades superiores al 30% del valor del producto. Esto debido a que los costos de almacenaje y transporte se han ido incrementando considerablemente en los últimos años. No solo han presionado sobre costos los aumentos del petróleo y combustibles, sino los aumentos en

²³ Revista Digital, Mercadeo.com. La distribución Física. Recuperado el (26,02,2012) de: <http://www.mercadeo.com/blog/2010/01/la-distribucion-fisica/>

mano de obra, de los equipos utilizados en la distribución física, y los costos de almacenamiento.

La distribución física ha dado origen a una nueva disciplina a la cual se le ha aplicado el nombre de “logística de distribución física”, conocida comúnmente como “logística”. La filosofía de ésta es poner el producto en el lugar requerido, en el momento exacto en que se necesita, a un costo razonable.

Un buen sistema de distribución física permite reducir inventarios, disminuir los costos, aumentar las ventas y satisfacer plenamente a los clientes. Los avances en los sistemas de distribución física los han hecho posible las tecnologías informáticas y telemáticas.

El uso de palés en gestión de transporte permite acomodar perfectamente la mercancía dentro del vehículo aprovechando el 100% del espacio y evitando daños o deterioro a la mercancía, generando múltiples beneficios.



Ilustración 64: Camión sin estibas
Fuente: Autores



Ilustración 65: Camión con estibas
Fuente: Manual de paletización y contenedores

3.6.1.1 Tipos de vehículos.

Existen diferentes tipos de vehículos generalmente usados en Colombia para transporte y distribución de carga paletizada.

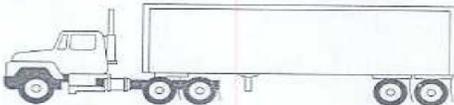
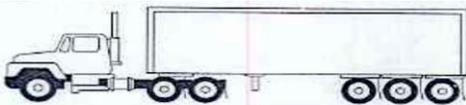
Designación	Configuración	Descripción
C2		Camión de dos ejes Camión Sencillo
C3		Camión de tres ejes Sencillo
C3 Tándem trasero mixto		Camión de tres ejes Doble troque
C2S1		Tracto mula de dos ejes con semirremolque de un eje
C2S2		Tracto mula de dos ejes con semirremolque de dos ejes
C2S3		Tracto mula de dos ejes con semirremolque de tres ejes
C3S1		Tracto mula de tres ejes con semirremolque de un eje
C3S2		Tracto mula de tres ejes con semirremolque de dos ejes
C3S3		Tracto mula de tres ejes con semirremolque de tres ejes

Ilustración 66: Tipos de vehículos terrestres
Fuente: Resolución 4800 del 28 de Dic de 2004

Dichos vehículos tienen una capacidad máxima de cargue en relación a su volumen y peso máximo bruto vehicular.

Designación	Dimensiones (Mts)			Peso Máx. Bruto Vehicular (Kg)
	Ancho	Alto	Largo	
C2	2,6	4,4	10,8	16.000
C3	2,6	4,4	12,2	28.000
C3 Tándem trasero mixto	2,6	4,4	12,2	31.000
C2S1	2,6	4,4	18,5	27.000
C2S2	2,6	4,4	18,5	32.000
C2S3	2,6	4,4	18,5	40.500
C3S1	2,6	4,4	18,5	29.000
C3S2	2,6	4,4	18,5	48.000
C3S3	2,6	4,4	18,5	52.000

Tabla 12: Capacidad de cargue de los diferentes vehículos

Fuente: Resolución 4800 del 28 de Dic de 2004

Aprovechando el máximo volumen de los vehículos, se pueden acomodar perfectamente dentro de cada vehículo las siguientes cantidades de estibas:

Usando Palés de 1200 mm X 1000 mm				
Vehículo	Alto	Ancho	Largo	Cantidad de estibas
	No de Estibas	No de Estibas	No de Estibas	
C2	2	2	10	40
C3	2	2	12	48
C3	2	2	12	48
C2S1	2	2	18	72
C2S2	2	2	18	72
C2S3	2	2	18	72
C3S1	2	2	18	72
C3S2	2	2	18	72
C3S3	2	2	18	72

Tabla 13: Número de cargue de estibas por vehículo

Fuente: Autores

Usando Palés de 1200 mm X 800 mm				
Vehículo	Alto	Ancho	Largo	Cantidad de estibas
	No de Estibas	No de Estibas	No de Estibas	
C2	2	3	9	54
C3	2	3	10	60
C3	2	3	10	60
C2S1	2	2	23	92
C2S2	2	2	23	92
C2S3	2	2	23	92
C3S1	2	2	23	92
C3S2	2	2	23	92
C3S3	2	2	23	92

Tabla 14: Número de estibas por vehículo

Fuente: Autores

Haciendo una relación y comparando el peso de la carga con palés de madera y plástico hechos con PEAD reciclado se tiene:

Palé de 1200 mm X 1000 mm			
Vehículo	Cantidad	Peso palés de madera (30 Kg)	Peso palés de Plástico (15 Kg)
C2	40	1200	600
C3	48	1440	720
C3	48	1440	720
C2S1	72	2160	1080
C2S2	72	2160	1080
C2S3	72	2160	1080
C3S1	72	2160	1080
C3S2	72	2160	1080
C3S3	72	2160	1080

Tabla 15: Pesos de estibas 1200mm X 1000mm de madera y plástico

Fuente: Autores

Palé de 1200 mm X 800 mm			
Vehículo	Cantidad	Peso palés de madera (30 Kg)	Peso palés de Plástico (15 Kg)
C2	54	1620	810
C3	60	1800	900
C3	60	1800	900
C2S1	92	2760	1380
C2S2	92	2760	1380
C2S3	92	2760	1380
C3S1	92	2760	1380
C3S2	92	2760	1380
C3S3	92	2760	1380

Tabla 16: Pesos de estibas 1200mm X 800mm de madera y plástico

Fuente: Autores

Por lo que se puede concluir que utilizando en distribución palés de plástico, se obtiene una reducción de costos en transporte por ser más livianos que los de madera, y se recupera peso el cual puede ser aprovechado en la carga aumentando las cantidades de productos a transportar. De esta manera, los palés hechos con PEAD reciclado aportan a una mayor productividad en dicha actividad.

Palé de 1200 mm X 1000 mm						
Vehículo	Alto		Ancho No de Estibas	Largo No de Estibas	Cantidad de madera	Cantidad de plástico
	Palés de madera	Palés de Plástico				
C2	29	43	2	10	580	860
C3	29	43	2	12	696	1032
C3	29	43	2	12	696	1032
C2S1	29	43	2	18	1044	1548
C2S2	29	43	2	18	1044	1548
C2S3	29	43	2	18	1044	1548
C3S1	29	43	2	18	1044	1548
C3S2	29	43	2	18	1044	1548
C3S3	29	43	2	18	1044	1548

Tabla 17: Cantidad de estibas 1200mm X 800mm de madera y plástico

Fuente: Autores

Palé de 1200 mm X 800 mm						
Vehículo	Alto		Ancho No de Estibas	Largo No de Estibas	Cantidad de madera	Cantidad de plástico
	Palés de madera	Palés de Plástico				
C2	29	43	3	9	783	1161
C3	29	43	3	10	870	1290
C3	29	43	3	10	870	1290
C2S1	29	43	2	23	1334	1978
C2S2	29	43	2	23	1334	1978
C2S3	29	43	2	23	1334	1978
C3S1	29	43	2	23	1334	1978
C3S2	29	43	2	23	1334	1978
C3S3	29	43	2	23	1334	1978

Tabla 18: Cantidad de estibas 1200mm X 800mm de madera y plástico

Fuente: Autores

Se evidencia que se pueden retornar mas palés de plástico reciclado lo que permite reducir los costos de retorno debido a que se transportan mas unidades con un mismo vehículo.

3.6.2 Transporte marítimo²⁴.

Es la acción de llevar, pasajeros o carga de un punto geográfico a otro en un buque. Este es uno de los medios de transportes mas utilizados y menos costosos en el comercio a nivel mundial, ya que por medio de este se puede transportar grandes cantidades de mercancía ya sea en contenedores, al granel o liquidas.

Para transportar mercancías en buques, la forma ideal es por medio de la paletización, la mercancía paletizada se coloca en contenedores para ser llevada de un sitio a otro. Existen

²⁴ Wikipedia (2013, 19,02). Transporte Marítimo, recuperado (2013,19,02) de http://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_mar%C3%ADtimo

diversos tipos de buques pero es importante resaltar que no todos son idóneos para el transporte de contenedores o de estibas. Los buques especiales para realizar este transporte son los buques portacontenedores.

- **Buque porta-contenedores:** Posee una cubierta con divisiones especiales para contenedores, también tiene áreas específicas para colocar los contenedores refrigerados. Este tipo de buque se utiliza para el transporte de cualquier tipo de materiales, productos, etc. Que puedan ser paletizados y estibados dentro de los contenedores que carga.



Ilustración 67: Buque Porta Contenedores

Fuente: Web de Fundación NuestroMar

Dentro de los buques porta contenedores, se encuentran diferentes clasificaciones, los cuales se diferencian por la cantidad de contenedores que pueden transportar²⁵:

25 Terzer (2012, 26,09). ¿Qué son los Ultra Porta Contenedores?, recuperado(2013, 02,20) de <http://www.terzer.mx/2012/09/que-son-los-ultra-porta-contenedores.html>

Generación	Nombre	Número de contenedores que transporta (TEU)
1ra (1956 – 1970)	Converted Cargo Wessel / Converted Tanker	500 a 800
2da (1970 -1980)	Cellular Containership	1000 a 2500
3ra (1980 – 1988)	Panamax Class	3000- 4000
4ta (1988 – 2000)	Post Panamax	4000 -5000
5ta (2000-2005)	Post Panamax plus	5000 - 8000
6ta (2006 -)	New Panamax	11000 - 14500

Tabla 19: Clasificación de buques porta contenedores

Fuente: www.terzer.mx

Para movilizar la mercancía en buques, se debe determinar que tipo de mercancía se planea transportar, también se determinara que tipo de contenedor se utilizara. Los contenedores más utilizados para mover mercancía paletizada a nivel global son:

Contenedores estándar o Dryvan, que a su vez podemos encontrar los de 20 pies (20’x8’x8’6”) también conocido como TEU, los de 40 pies (40’x8’x8’6”)²⁶ también conocido como FEU y los de 40 Pies High Cube (40’x8’x9’6”). Es importante tener en cuenta las dimensiones internas de cada contenedor ya que por medio de estas se puede determinar la cantidad de pallets que se pueden incluir en cada uno:

²⁶ Affari Group (2013). Tipos de contenedores, recuperado (2013, 21,02) de <http://www.affari.com.ar/conttt.htm>

	TEU	FEU	FEU-HC
Tara	2.300 kg	3.750 kg	3.940 kg
Carga Máxima	28.180 kg	28.750 kg	28.560 kg
Peso Bruto	30.480 kg	32.500 kg	32.500 kg
Largo	5.898 mm	12.025 mm	12.032 mm
Ancho	2.352 mm	2.352 mm	2.352 mm
Alto	2.393 mm	2.393 mm	2.698 mm
Capacidad	32,3 m3	67,7m3	76,4 m3

Tabla 20: Especificaciones de contenedores

Fuente: Affari Group

Teniendo en cuenta las medidas internas de cada uno de los contenedores y con el fin de aprovechar al máximo el volumen, se puede acomodar de la siguiente manera cierta cantidad de estibas:

Palé de madera de 1200 mm X 1000 mm				
Contenedor	Alto	Ancho	Largo	Cantidad de Estibas
	No de Estibas	No de Estibas	No de Estibas	
TEU	2	2	6	24
FEU	2	2	12	48
HC	2	2	12	48

Tabla 21: Cantidad de estibas 1200mm X 1000mm de madera y plástico

Fuente: Autores

Palé de madera de 1200 mm X 800 mm				
Contenedor	Alto	Ancho	Largo	Cantidad de estibas
	No de Estibas	No de Estibas	No de Estibas	
TEU	2	2	8	30
FEU	2	2	15	60
HC	2	2	15	60

Tabla 22: Cantidad de estibas 1200mm X 800mm de madera y plástico

Fuente: Autores

De esta manera se pueden transportar dentro de un contenedor la misma cantidad de estibas con plástico y madera

Por otro lado, haciendo una relación y comparando el peso de la carga con palés de madera y de plástico hechos con PEAD reciclado se tiene la siguiente información:

Palé de 1200 mm X 1000 mm			
Contenedor	Cantidad	Peso palés de madera (30 Kg)	Peso palés de Plástico (15 Kg)
TEU	24	720	360
FEU	48	1440	720
HC	48	1440	720

Tabla 23: Pesos de estibas 1200mm X 1000mm de madera y plástico

Fuente: Autores

Palé de 1200 mm X 800 mm			
Contenedor	Cantidad	Peso palés de madera (30 Kg)	Peso palés de Plástico (15 Kg)
TEU	30	900	450
FEU	60	1800	900
HC	60	1800	900

Tabla 24: Pesos de estibas 1200mm X 800mm de madera y plástico

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la información obtenida en las tablas anteriores, podemos concluir que con este medio de transporte, la utilización de palés de plástico logra una reducción notable en los costos de transporte, en relación al peso de la carga ya que son palés más livianos. También es una gran ventaja, teniendo en cuenta que el peso que no

generan los palés se puede utilizar de mejor forma, para transportar una mayor cantidad de carga.

Palé de 1200 mm X 1000 mm						
Contenedor	Alto		Ancho No de Estibas	Largo No de Estibas	Cantidad de madera	Cantidad de plástico
	Palés de madera	Palés de Plástico				
TEU	16	24	2	6	192	288
FEU	16	24	2	12	384	576
HC	19	28	2	12	448	672

Tabla 25: Cantidad de estibas 1200mm X 1000mm de madera y plástico

Fuente: Autores

Palé de 1200 mm X 800 mm						
Contenedor	Alto		Ancho No de Estibas	Largo No de Estibas	Cantidad de madera	Cantidad de plástico
	Palés de madera	Palés de Plástico				
TEU	16	24	2	8	256	384
FEU	16	24	2	15	480	720
HC	19	28	2	15	560	840

Tabla 26: Cantidad de estibas 1200mm X 1000mm de madera y plástico

Fuente: Autores

En las tablas anteriores, se evidencia que para el retorno de palés en contenedores al igual que en transporte terrestre, es posible transportar mas unidades de plástico que de madera en los diferentes contenedores.

3.6.3 Transporte aéreo²⁷.

El transporte aéreo o transporte por avión es el servicio de trasladar de un lugar a otro pasajeros o cargamento, mediante la utilización de aeronaves, con fin lucrativo. El transporte aéreo tiene siempre fines comerciales. Si fuera con fines militares, éste se incluye en las actividades de logística.

Existen diversos tipos de aviones para transportar solo carga a nivel internacional. En este tipo de medio de transporte se utilizan diferentes tipos de contenedores, que son regulados, según el tipo de avión y la mercancía que transporten. El movimiento de mercancía se hace por medio de la unitarización de esta, es decir el paletizada, dando mas espacio dentro del avión para agrupar mayor numero de productos.

La IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo), es el organismo que se encarga de regular las normas para el transporte aéreo, ya sea de personas o mercancías; Establece que los palés deben cumplir con un diseño específico para cada tipo de contenedor aéreo y de avión de carga. Por lo que se encuentran diferentes tipos de palés.

	Tipo de palé				
Medidas	95"x196"	A320/A321	88"x125"	96"x125"	96"x238,50"
Largo	4.980 mm	1.560 mm	3.175 mm	3.175 mm	6.060 mm
Ancho	2.440 mm	1.534 mm	2.235 mm	1.534 mm	2.440 mm
Alto	2.440 mm	1.140 mm	2.440 mm	2.440 mm	2.440 mm

Tabla 27: Clases de palés aéreos
Fuente: IATA

²⁷ Wikipedia (2012, 17,10). Transporte aéreo, recuperado (2013, 24,02) de http://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_a%C3%A9reo

Por lo tanto y teniendo en cuenta las especificaciones de la IATA para palés aéreos, se evidencia que el diseño del palé propuesto en este trabajo no aplica para transporte de mercancías paletizadas por este medio.

4. APORTE DE LOS PALÉS A LA LOGÍSTICA VERDE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL

4.1 Logística Verde

Logística Verde²⁸ (también conocida por su nombre en inglés, "*Green Logistic*") es la transformación integral de las estrategias de la logística, estructuras, procesos y sistemas para empresas y redes empresariales sirviendo para crear procesos de logística ambientalmente racionales y un uso eficaz de los recursos. El sistema de destino "verde" de logística se lleva a cabo a través de un equilibrio entre la eficiencia económica y ecológica, y, la creación de valor sostenible para sus accionistas, observando y evaluando los plazos tanto medianos como largos.

Es a lo que está tendiendo en la logística actualmente. Esta nueva tendencia se basa en hacer el mejor uso de los recursos de logística e impulsar un desarrollo de la economía creando una economía circular; concentrándose en el uso de las materias primas, almacenaje verde, la transportación ecológica, procesamiento, reciclaje de los desechos, entre otros. Estos son los mas importantes elementos de la logística verde; Y combinándolos también con los comportamientos del público, empresas y gobierno, conforman las tres fuentes de impulso por la cual la logística verde se ha ido implementando y desarrollando.

²⁸ Wikipedia, (2012,11,27), Logística verde. Recuperado el (2013,01,27) de http://es.wikipedia.org/wiki/Log%C3%ADstica_verde

Durante la segunda conferencia internacional de inteligencia Humano-Máquina Sistemas y Cibernética, se establece que, de acuerdo con las características de producción, consumo y deshecho, la Logística Verde es el modelo tradicional de la economía; dejando al almacenamiento y degradación del medio ambiente, haciendo esto un obstáculo al desarrollo de algunos países. La economía circular trata de hacer más eficiente el uso y reciclaje de los recursos, para esto la logística tiene que tomar en cuenta la problemática ambiental y así crear un sistema que encaje a la perfección con el medio ambiente.

Logística inversa o verde²⁹, que es la responsable de toda la gestión de flujo e información de materiales pero de una manera más responsable, ya que se adecúan los procesos de tal manera que estos sean ahorrativos y ecológicos, que además de generar beneficios en costos contribuyan al cuidado del planeta. La logística verde implica una serie de cambios en las organizaciones, pues hay que modificar o en algunos casos cambiar las etapas de investigación, producción, creación e implementación de un producto, pensar la forma de hacer que estos sean reutilizables para que se puedan reciclar.

Para William Andrés Ocampo Duque, director de postgrados de Ingeniería en la Universidad Javeriana de Cali, “la logística verde debe trabajarse en Colombia y en el mundo desde una perspectiva económica de ahorro para las compañías, en la medida que se optimice la carga, se reduzcan los desperdicios, se busquen fuentes alternativas de combustibles para los sistemas de transporte, se eviten los reprocesos y se minimicen los

²⁹ Revista de Logística. La logística tiene su lado verde. Fabio Castillo Coy. Recuperado el (2013,01,27) de <http://www.revistadelogistica.com/art-11-La-logistica-tiene-su-lado-verde.asp>

espacios vacíos en los contenedores, se contribuirán a reducir la huella ecológica que dejan los productos”.

Dentro de este contexto, podemos definir a la logística verde como el proceso por medio del cual se establecen estrategias para reducir la huella de carbono de las empresas y recuperación de desechos derivados de la cadena de suministros. Tales estrategias deben apuntar a optimizar la gestión de transporte reduciendo el trayecto y los tiempos de las rutas, garantizar la calidad del producto para evitar evoluciones; Utilización de paneles solares en bodegas y centros de distribución, implementación de empaques, envases y embalajes más amigables con el medio ambiente, es decir biodegradables o reciclados.

Se debe de tener en cuenta que desde las primeras actividades de comercio se ha visto el implícito el manejo de la logística. En la época antigua el proceso que realizaban las diferentes empresas para su producción generaba gran contaminación, debido al tipo de maquinarias que utilizaban dentro del proceso logístico, así como también el tipo de vehículos utilizados para el transporte de mercancía.

La necesidad de las empresas y economías de crecer y ponerse a la altura que exige la globalización, conllevó a que muchos países descuidaran el medio ambiente. Según especialistas en el tema de contaminación y logística se determinó que: “el 85% de las emisiones de carbono son producidas por el transporte de carga, por ello el interés en realizarlo con mayor eficiencia.”³⁰. Debido a los altos niveles de contaminación generada durante ese proceso de crecimiento, se fue dando paso a eventos como la conferencia de la

³⁰ Wikipedia (2012,11,27). Logística verde. Recuperado (2013, 01, 29) de http://es.wikipedia.org/wiki/Log%C3%ADstica_verde

ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Rio de Janeiro en 1992, en la cual su principio 1 especifica lo siguiente: *“Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.”*³¹

Dicha contaminación conllevó a una nueva era en las empresas, en la cual, la preocupación por el medio ambiente es fundamental para su desarrollo y crecimiento económico. Por medio de la implementación de una logística amigable con el medio ambiente, es decir, implementar un proceso logístico cuyo desarrollo no genere contaminación, ni daños al ambiente, también adoptando tecnologías y equipos avanzados para minimiza la polución e incrementar la reutilización de los recursos dentro del sistema.³²

En Colombia, empresas como DHL se han unido a la logística verde por medio de la implementación de un programa llamado GoGreen, con este programa, la empresa busca identificar y comparar los aspectos ambientales que se generan en las operaciones, dando a conocer los de mayor impacto, para de esta forma plantear objetivos y metas específicas que ayudan a mitigar dicho impacto. Por medio de auditorías internas, la empresa se encarga de verificar que las normas, tal como la ISO 14000 y las políticas gubernamentales sean respetadas e implementadas correctamente.

31 Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (1992,06). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Principio 1. Recuperado (2013,01,29) de <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/rio92/declaracion.htm>

32 Portafolio.co (2010, 06,15). Volver ‘verde’ la logística genera ventaja competitiva. Recuperado (2013,01,29) de <http://www.portafolio.co/archivo/documento/CMS-7757165>

Por la carencia de red vial, Colombia es un país que incurre en enormes emisiones de CO₂ a la atmósfera por las grandes distancias que recorren los vehículos de carga a lo largo del país.³³ Para enfrentar esta situación se hace necesaria la implementación de nueva tecnología, infraestructura y programas que ayuden a disminuir los gases contaminantes.

4.1.1 Aportes del palé de PEAD reciclado a la logística verde.

Los palés hechos con PEAD reciclado, generan múltiples beneficios que involucran las actividades de la empresa dentro de cada uno de los elementos de la logística verde³⁴, los cuales convierten a la empresa como una organización verde desde el punto de vista de la cadena de suministros.

4.1.1.1 Elementos de la logística verde.

Para implementar estrategias corporativas que apunten a la logística verde contribuyendo al mejoramiento del medio ambiente se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- a. Transporte verde:** Es importante empezar desde el transporte. La implementación de unidades que reduzcan las emisiones contaminantes o que utilicen medios de energía alternativos están dentro del transporte verde. Hacer más cortas las rutas de los puntos de distribución, así como el mantenimiento óptimo de los equipos para evitar derrame de aceites, también se consideran en este apartado.

³³ Revista de Logística. La Logística tiene un lado verde. Art 11. Recuperado (2013,01,29) de <http://www.revistadelogistica.com/art-11-La-logistica-tiene-su-lado-verde.asp>

³⁴ Wikipedia, (2012,11,27), Logística verde. Recuperado el (2013,01,27) de http://es.wikipedia.org/wiki/Log%C3%ADstica_verde

No solamente el uso de nuevas tecnologías en vehículos aporta al desarrollo de la logística verde si no el uso de elementos que hacen parte del sistema de transporte de mercancías; En este caso, el uso de palés con plástico reciclado para el traslado de productos, involucra al medio dentro de este contexto.

EL peso de los palés de plástico, que es de 15Kg menor que el de los de madera, sugiere un menor peso de la carga en general; Esto conlleva a un menor esfuerzo de los medios de transporte emitiendo una menor carga de agentes contaminantes al ambiente como CO₂. A mayor peso, mayor esfuerzo y mayores emisiones. Por otra parte, la reducción del peso de la carga implica un menor costo del flete haciendo más competitivo el precio de los productos.

- b. Almacenamiento verde:** El almacenamiento verde se encarga de tener una buena infraestructura que permita que la mercancía se pueda mover fácilmente, así como cargarla de la misma manera. Esto hace más fácil la transportación costando menos y contaminado en menor grado. Por ejemplo, se trata de maximizar el uso de luz natural, colocar paneles solares en los techos de los depósitos, células fotoeléctricas en el interior de los depósitos de manera de activarse la luz artificial sólo si alguien circula por ese sector, instalar el uso de agua natural y materiales de construcción.

El uso de elementos hechos con plástico reciclado, para el almacenamiento de la mercancía, involucra al almacén o centro de distribución dentro del contexto de logística verde

- c. Carga y descarga verde:** Es reducir el desperdicio de los materiales, disminuyendo el manejo inefectivo de maquinaria obsoleta e invirtiendo en moderna maquinaria que permita un balance correcto.

El uso de palés para paletización de mercancías, obliga a las empresas a utilizar herramientas para manipulación de cargas; Generalmente la mayoría estas herramientas son mecánicas, hidráulicas o eléctricas, por lo que no arrojan agentes contaminantes al aire como CO₂.

- d. Distribución verde:** Son dos canales de distribución; En uno se trata hacer más eficiente el proceso de la planta al punto de distribución, mientras que en el segundo canal es procesar la basura generada en él. En este punto, donde el gasto de combustible y la emisión de CO₂ asociada es la estrella, se ha hecho hincapié en el desarrollo de los tan fomentados “camiones híbridos.

En este elemento encontramos que los palés hacen más eficientes el proceso de distribución, por lo que se transportan más mercancías con un mismo vehículo reduciendo las emisiones de CO₂ de este. Y por el otro lado, los desechos generados por la comercialización de productos, son recuperados para la elaboración de materia prima para la producción de palés hechos con PEAD reciclado.

Esto sugiere una disminución de la huella de carbono por cada unidad individual transportada. Es decir, si en un medio de transporte se moviliza una sola unidad, el

100% de las emisiones de CO₂ del vehículo son cargadas a esta; Si se transporta al mayor número de unidades posibles, las emisiones de CO₂ del vehículo se divide entre el número total de unidades transportadas. Entre mas carga es transportada en un mismo vehículo, menor es la huella de carbono del producto, por lo que la huella de carbono se disminuye por unidad y por ende las emisiones de CO₂ al ambiente.

El retorno de palés hechos con PEAD reciclado es más eficiente debido a que su diseño encajable permite transportar más unidades que los palés de madera en el mismo medio de transporte, aportando a la disminución de la huella de carbono. Es decir, si en un vehículo se retorna un solo palé, el 100% de la emisión de CO₂ se carga a este, pero si se retornan 100 palés se distribuye la emisión entre todos, por lo que la huella de carbono por palé se ve reducida.

- e. **Empaquetamiento verde:** Esto se encarga de utilizar el menos posible material para empacar, o bien, utilizando materias biodegradables que no afecten al ciclo biológico.

Los palés hechos con PEAD reciclado son productos que no afectan el ciclo biológico debido a que se recuperan desechos, no se talan bosques para obtención de madera lo que lleva a las empresas a proteger bosques y recursos naturales.

- f. **Recolección y dirección de información verde:** Esto significa tener un pleno control de la información para evitar el desperdicio de papel y de energía eléctrica; además de hacer más eficientes los procesos, pues se ahorra tiempo y espacio. Con

ello podemos saber si los procesos se están realizando adecuadamente con los estándares que se requieren.

- g. Reciclaje de desechos:** Los desechos generados en la cadena de abastecimiento como los empaques, envases, embalajes tiene que ser devuelto al inicio del proceso productivo con el propósito de ser reutilizados.

Hay que recalcar que este elemento de la logística verde es el objetivo principal de este trabajo, el cual consiste en la recuperación de plásticos desechados para ser procesados como materia prima para la fabricación de palés.

Teniendo en cuenta lo anterior y con la implementación de uno o varios de los elementos de la logística verde, las empresas se convierten en organizaciones socialmente responsables debido a que sus operaciones en la cadena de suministros disminuyen el impacto ambiental generado por emisiones de gases, uso irracional de recursos naturales y su posterior desecho. Al convertirse las empresas socialmente responsables, cuya práctica es de su propio interés y voluntaria, se involucran dentro de un contexto de responsabilidad social empresarial.

4.2 Responsabilidad Social Empresarial

La responsabilidad social corporativa (RSC)³⁵ también llamada responsabilidad social empresarial (RSE), puede definirse como la contribución activa y voluntaria al mejoramiento social, económico y ambiental por parte de las empresas, generalmente con el objetivo de mejorar su situación competitiva y valorativa y su valor añadido.

La Responsabilidad Social Empresarial³⁶ es el: “Hacer negocios basados en principios éticos y apegados a la ley. La empresa (no el empresario) tiene un rol ante la sociedad, ante el entorno en el cual opera.

El Libro Verde define Responsabilidad Social Empresarial³⁷, como la “integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales y sus relaciones con sus interlocutores.

Por lo tanto, podemos decir que el concepto de la RSE que se maneja, va variando dependiendo del entorno de la empresa; En esencia puede definirse como la participación de manera activa que tiene el rol de la empresa en ámbitos sociales y ambientales aportando al beneficio y mejoramiento de las personas y el medio ambiente en pro de buscar un nivel competitivo en el desarrollo de sus operaciones y la imagen corporativa. Por medio de la RSE se busca la integración de todas las áreas de la empresa involucrando la participación

35 Wikipedia (2013, 02, 10), Responsabilidad Social Corporativa. Recuperado el (2013,01,25) de http://es.wikipedia.org/wiki/Responsabilidad_social_corporativa

36 CentraRSE (2006), ¿Qué es RES?. Pg 1. Recuperado (2013,01,25) de http://siteresources.worldbank.org/CGCSRLP/Resources/Que_es_RSE.pdf

37 Comisión de las Comunidades Europeas (2001, 07,18). Libro Verde. Pg 7. Recuperado (2013,01,26) de http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/com/2001/com2001_0366es01.pdf

de cada uno de los trabajadores; Se busca también que la producción se incremente pero sin afectar el medio ambiente.

La historia de la Responsabilidad Social Empresarial no tiene como tal un principio específico. Sin embargo cabe resaltar que en documentos encontrados del siglo XIX y anteriores se describían acciones por parte de las empresas que beneficiaban a sus trabajadores o de alguna manera a las personas que rodeaban la actividad que desarrollaba la empresa.

Con la evolución de la sociedad y las diversas problemáticas que giran en torno al ámbito medioambiental, se fueron dando conferencias, como la de Estocolmo, el protocolo de Kyoto, así como la creación de diferentes organismos civiles, tales como WWF y Greenpeace, por medio de los cuales se busca crear conciencia y combatir el daño al medio ambiente.

A partir de estas problemáticas comenzó a surgir el concepto de lo que se conoce como Responsabilidad Social Empresarial, ya que las empresas no solo buscaban la manera de beneficiar a sus trabajadores, sino que ahora debían implementar cambios que ayudaran al medio ambiente, pero sin acabar con su productividad y sin disminuir sus ganancias.

En el Foro Económico Mundial de Davos de 1999, el secretario de las Naciones Unidas, Kofi Annan, expresó que la RSE se puede definir como “una nueva visión de la implicación y la trascendencia de la labor de la Empresa en el Mundo Globalizado en el que vivimos”³⁸ Por lo tanto, es importante hace énfasis en el desarrollo de la RSE, dando así espacio a nuevos beneficios tanto para la sociedad como para cada empresa que implementa este concepto.

En Colombia, los primeros eventos registrados de la RSE comienzan en los años 60's, cuando muchas empresas debaten sobre lo que se considera RSE, pero teniendo en cuenta solo el beneficio empresarial. Más tarde en los años 70's se retoma la idea de la RSE, pero esta vez incluyendo el impacto que esta puede tener sobre la sociedad sin generar desmejoras a las empresas. En los años 90's en la constitución Colombia se implementa se garantiza a las personas el derecho a propiedad privada, pero a su vez se resalta la importancia que dicha propiedad debe tener al beneficio de la sociedad³⁹.

En la siguiente imagen podemos ver algunos eventos a lo largo de la historia que dieron paso a lo que hoy en día se conoce como Responsabilidad Social Empresarial⁴⁰ a nivel mundial

³⁸ Dédalo Consultores (2005, 09) Responsabilidad Social Corporativa, una Historia Reciente. Pg 1. Recuperado (2013,01,26) de http://www.dedaloconsultores.com/boletin/boletin001/articulo_RSC.pdf

³⁹ V SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL (2003,09). Responsabilidad Social, por Jenny Tamayo. Recuperado (2013,01,27) de <http://www.rppnet.com.ar/responsabilidad%20social.htm>

⁴⁰ Exponews (2011). Historia de la RSE. Recuperado(2013,01,27) de <http://rse.camaco.es/pages/viewfull.asp?CodArt=84>

Actualmente la Responsabilidad Social se halla institucionalizada, a través de distintos organismos alrededor del mundo; hoy se habla ya de una manera sólida de sustentabilidad; hoy se han realizado grandes documentos como el Libro Verde y el Blanco; y se han publicado guías extraordinarias como las Directrices de la OCDE o la tan ansiada ISO26000 que aún no llega pero que ya existe un borrados.⁴¹

“La empresa en los últimos años juega un rol diferente y ha cambiado la concepción que se tiene de ella, pues se ha convertido en un factor de cambio e influencia social. Lo que las compañías hacen o dejan de hacer afecta de manera significativa a su entorno y a su ámbito más directo.”⁴²

Por lo tanto, hoy en día ya se han establecido normas a nivel mundial que regulan y guían las diferentes actividades que una empresa debe llevar a cabo teniendo en cuenta el medio ambiente y el impacto que dichas actividades tendrán en las personas. En vista que la empresa es sinónimo de desarrollo, el impacto que están deben generar en la sociedad debe ser mayor. Si una empresa hoy en día no cuida el aspecto social y continua con la contaminación al medio ambiente, debe hacerse responsable por las consecuencias, lo que significaría que tampoco lograría sobrevivir a las exigencias del mercado actual, el en cual es fundamental la conciencia social y ambiental.

En el contexto actual, tanto en Colombia como a nivel mundial, las empresas han ido cambiando y mejorado sus procesos de selección de proveedores, teniendo muy en cuenta,

41 Sustentabilidad y RSE (2009, 12,012). Historia de la Responsabilidad Social. Recuperado (2013,01,26) de <http://www.expoknews.com/2009/12/01/historia-de-la-responsabilidad-social/>

42 Pontificia universidad Javeriana. (2007) la responsabilidad social empresarial como factor de competitividad por Alegria Meza Espinosa. Pg 29. Recuperado (2013,01,27) de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis27.pdf>

la participación que cada uno tiene en el cuidado del medio ambiente, el aporte a la sociedad por medio de generación de empleos, mejorar la calidad de vida de sus empleados, proveedores, clientes y gente en general.

Como ejemplo, podemos tomar el caso de los grandes almacenes, que al momento de contratar con proveedores hacen auditorías de segundo nivel, con el ánimo de verificar la calidad de las materias primas y si estos han disminuido la huella de carbono y que el producto final no sea dañino tanto para las personas como para el medio ambiente; Dicha auditoría está enfocada a dar una calificación al proveedor con el ánimo de ser certificado como confiable y poder garantizar el producto final como ciento por ciento ecológico.

4.2.1 Aportes de los palés de PEAD a la responsabilidad social empresarial.

El uso de palés hechos con PEAD reciclado involucra inmediatamente a las empresas dentro de un contexto de responsabilidad social empresarial debido a:

- 100% ecológicos debido a que son hechos con desechos de PEAD recuperados por la cadena de suministros, lo que conlleva a una reducción de desperdicios.
- La recuperación de desechos aporta al mejor uso de recursos naturales debido a que la explotación de estos para la elaboración de materias primas se reduce.
- Reducción de la tala de bosques para la obtención de madera para la elaboración de palés hechos de este material.

- Es posible retornar mayores unidades de palés de plástico que de madera dentro de una misma unidad de carga (Vehículos, contenedores), lo que reduce la huella de carbono por unidad y las emisiones de CO₂ de la empresa.
- El factor de seguridad de los palés de plástico es mayor que el de los de madera, debido a que estos últimos se astillan y pueden causar accidentes a los trabajadores que manipulan mercancía paletizada. Desde este punto de vista el uso de palés de plástico aporta a la responsabilidad de la empresa ofreciendo una mayor seguridad de los trabajadores.
- La característica retornable del palé, permite que este sea utilizado muchas veces durante un tiempo de vida útil de 5 años, antes de ser desechado. Por lo que se reducen los desechos y desperdicios en la cadena de suministros, aportando al mejoramiento del medio ambiente.

CONCLUSIONES

La utilización de palés hechos con plástico PEAD reciclado en los procesos de almacenamiento, transporte y distribución tienen un alto impacto en el cuidado del medio ambiente debido a:

- Disminución de la huella de carbono de los productos
- Disminución de gases contaminantes como el CO₂ arrojados al medio ambiente por los diferentes vehículos utilizados para distribución y retorno de palés.
- Recuperación de plásticos desechados en la cadena de suministros.
- Reciclaje de plásticos para ser procesados como materia prima para elaboración de palés
- Mejor aprovechamiento de los recursos naturales
- Disminución de la tala de árboles para fabricación de palés de madera

La utilización de palés hechos con plástico PEAD reciclado en los procesos de almacenamiento, transporte y distribución tienen un alto impacto en la productividad de la empresa a:

- Ahorro en espacio de almacenamiento de palés
- Disminución de costos de almacenamiento de palés
- Disminución de recursos como energía entre otros, empleados en el almacenamiento de palés

- Disminución de costos de transporte cuando la mercancía es fleteada en relación a su peso.
- Disminución de tiempos de cargue y descargue.
- Disminución de costos de mano de obra empleada para cargue y descargue de unidades de carga.
- Mayor seguridad para el personal involucrado en la manipulación de mercancías paletizadas
- El ciclo de vida de los palés hechos con plástico es dos veces mayor al de los palés de madera, por lo que la inversión para adquisición de este elemento a largo plazo se reduce.

Las empresas cuya gestión y prácticas organizacionales en la cadena logística están enfocada al cuidado y mejoramiento del medio ambiente por medio de la reducción de la huella de carbono de los productos, disminución de las emisiones de CO₂, mejor uso de los recursos naturales y energéticos como energía eléctrica en almacenes o centros de distribución, y mayor seguridad para los trabajadores, las convierte en empresas socialmente responsables, lo que las involucra en un contexto de responsabilidad social empresarial.

BIBLIOGRAFÍA

Ballou, Ronald H. (2004). Logística; Administración de la cadena de suministro. Quinta edición. México: Pearson Educación

Mauleón Torres, Mikel (2003). Sistemas de Almacenamiento y Picking. Madrid: Díaz de Santos S.A.

Ruibal Handabaka, Alberto (1994). Gestión logística de la distribución física internacional. Bogotá D.C.: Grupo Editorial Norma.

Urzelai Inza, Aitor (2006). Manual básico de logística integral. Madrid: Díaz de Santos S.A.

Roux, Michel (2003). Manual de logística para gestión de almacenes. Barcelona: Ediciones gestión 2000 S.A.

Pérez Herrero, Mariano (2006). Almacenamiento de materiales. Barcelona: Marge Books.

Vázquez Casielles, Rodolfo y Trespacios Gutiérrez, Juan A (2006). Estrategias de distribución comercial. Madrid: International Thomson Editores.

Escudero Serrano, Ma. José (2005). Almacenaje de Productos. Madrid: International Thomson Editores.

Transterra SAS (2012). Compilación normas de transporte terrestre de carga. Bogotá: Transterra SAS.

Proexport Colombia (2003). Cartilla empaques y embalajes para exportación. Bogotá: Proexport Colombia.

Instituto Colombiano de Codificación y automatización Comercial (2000). ECR: manual de entregas paletizadas. Bogotá: IAC.

Moreno Issac, Angel (1983). Transporte de mercancías en contenedores. Cadiz : Inglesa.

Meza Espinosa, Alegría, (2007). La responsabilidad social empresarial como factor de competitividad. Bogotá D.C: Pontificia universidad Javeriana

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2005). Serie NTC 5500: Gestión en el transporte de carga terrestre. Bogotá: ICONTEC.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2005). NTC 3393: NTC 3993 Estibas para el manejo de materiales. Vocabulario. Bogotá: ICONTEC.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2005). NTC 4680: Estiba intercambiable de madera no reversible de cuatro entradas. Bogotá: ICONTEC.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2005). NTC-ISO 6780: Estibas planas para manipulación intercontinental de materiales, tolerancias y dimensiones principales. Bogotá: ICONTEC.

Resolución 4800 del 28 de Dic de 2004

GS1 Costa Rica (2003). Manual de palatización. Costa Rica: GS1

Camargo R., Arturo (1984). Los contenedores: conceptos, modelos y usos. Cartagena: UJTL.

Acoplásticos (1999). Manual del reciclador de residuos plásticos. Bogotá D.C: Acoplásticos.

Acoplásticos (2012). Guía ambiental. Bogotá D.C: Acoplásticos

Instituto Mexicano Del Plástico Industrial, (1996/1997). Enciclopedia del Plástico. México D.F: Litografías Publicitaria.

García de Paredes, José (1984). Estiba de la carga. Cádiz: Fragata.

Ecoformas, (2011). Por qué estibar o paletizar?. <http://www.ecoformas.com/ES/tip/4>

El Reciclaje. (2010). Trituradoras primarias, secundarias Plantas de trituración portátiles.

<http://elreciclaje.org/>

Wikipedia, (2013). Reciclaje. <http://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje>

Wikipedia, (2012). Paletizado. <http://es.wikipedia.org/wiki/Paletizado>

Wikipedia, (2012). Palé. <http://es.wikipedia.org/wiki/Pal%C3%A9>

Wikipedia, (2013). Plásticos. <http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico>

Wikipedia, (2012). Transporte aéreo. http://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_a%C3%A9reo

Wikipedia, (2012). Logística verde. http://es.wikipedia.org/wiki/Log%C3%ADstica_verde

Wikipedia, (2013). Transporte Marítimo. http://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_mar%C3%ADtimo

Wikipedia, (2013). Responsabilidad Social Corporativa. http://es.wikipedia.org/wiki/Responsabilidad_social_corporativa

Secretaria De Ambiente Y Desarrollo Sustentable (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/rio92/declaracion.htm>

Terzer (2012). ¿Qué son los Ultra Porta Contenedores?. <http://www.terzer.mx/2012/09/que-son-los-ultra-porta-contenedores.html>

Affari Group (2013). Tipos de contenedores. <http://www.affari.com.ar/conttt.htm>

Sustentabilidad y RSE (2009). Historia de la Responsabilidad Social. <http://www.expoknews.com/2009/12/01/historia-de-la-responsabilidad-social/>