

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL

(UCI)

ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN DE
MATERIALES APROVECHABLES A PARTIR DE RESIDUOS DE TETRA PACK
DEL CANTÓN DE OREAMUNO.

NOEMY QUIROS BUSTOS

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN LIDERAZGO Y
GERENCIA AMBIENTAL

San José, Costa Rica

Diciembre, 2010

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de Máster en la Maestría en Liderazgo y
Gerencia Ambiental

Dra. Silvia Soto Córdoba

PROFESOR TUTOR

Ing. Rooel Campos Rodríguez, M.G.A.

LECTOR

B.Q. Noemy Quirós Bustos

SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A Dios por ser el dador de la vida y del mundo que nos rodea y por estar siempre a mi lado brindándome muchas bendiciones a lo largo de mi existencia. Como nos dices en tu palabra y me enseñaron de niña “Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”. Filipenses 4:13

A mi **hijo Jose Andrés Juárez Quirós**, esto es para tí mi hijo adorado, eres el motor de todas mis acciones, Dios te colme de bendiciones siempre, te amo mucho mi chiquitito lindo.

A **Antonio Orozco Barrantes**, tu amor y comprensión han sido vitales para la realización de este trabajo, gracias por ser parte de mi vida y la de Jose.

A Leyla Bustos Bustos por tu incondicional apoyo a lo largo de la vida, gracias **mamita** siempre has estado para apoyarme en todo momento y darme los mejores consejos.

A Alexis Quirós Soto, por tu incondicional apoyo a lo largo de la vida, gracias **papito** siempre has estado para apoyarme y darme los mejores consejos. A mi hermano Alexander, por querer tanto a mi Jose Andrés.

A mi **abuelita Claudia**, por tener a mi hijo y a mí siempre presente en sus oraciones que se que Dios ha escuchado día a día. A mis abuelitos **Jose†, Víctor† y Daisy†** así como mi bis abuelita **Tina†** que se que nos cuidan desde el cielo.

RECONOCIMIENTOS

A la Municipalidad de Oreamuno, en especial al alcalde Marco Vinicio Redondo y a la señora Lillia Sanabria por brindarme la oportunidad de colaborar, por medio de este trabajo, con el Plan de Gestión Integral de los Residuos que tiene este cantón. Además por entregarme la información que se requirió para este trabajo.

A mi tutora la Dra. Silvia Soto, muchas gracias por todo el apoyo y ayuda brindada para realizar este trabajo, siempre voy a atesorar todos los consejos que me has dado para este trabajo y por todos aquellos que además me han hecho crecer como persona.

Al Ing. Rooel Campos, por su valioso aporte en la revisión de este proyecto final. Muchas gracias por participar de este trabajo.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2.1 Antecedentes	1
2.2 Planteamiento del Problema	2
2.3 Justificación del proyecto	3
2.4 Objetivos.....	4
Objetivo General:	4
Objetivos Específicos:	4
2. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1 LOS RESIDUOS SÓLIDOS	6
3.1.1 El concepto de Residuo sólido:.....	6
3.1.2 Clasificación de los Residuos Sólidos.....	7
3.1.2.1 Residuos industriales:.....	7
3.1.2.2 Residuos hospitalarios:.....	7
3.1.2.3 Residuos sólidos Municipales:.....	7
3.1.3 Ciclo de vida de los Residuos Sólidos	9
3.1.3.1 Generación de los Residuos Sólidos:	9
3.1.3.2 Almacenamiento:.....	10
3.1.3.3 Recolección y transporte:	10
3.1.3.4 Tratamiento:	10
3.1.3.5 Disposición final:.....	12
3.1.4 Acciones para mejorar la Gestión de los residuos sólidos:	12
3.1.4.1 Evitar	12
3.1.4.2 Minimizar	13
3.1.4.3 Recuperar.....	14
3.1.4.4 Procesar y tratar:	17
3.1.4.5 Disposición Final:	19
3.1.5 Manejo de los Residuos Sólidos en América Latina.....	19
3.1.6 Situación de los Residuos sólidos en Costa Rica	21
3.2 EL CANTÓN DE OREAMUNO	26
3.2.1 Datos Generales del Cantón:.....	26

3.2.2	División Territorial.....	29
3.2.3	Datos poblacionales:	31
3.2.4	Principales Actividades económicas:	33
3.2.5	Municipalidad de Oreamuno:	33
3.2.6	Residuos Sólidos en Oreamuno:	35
3.2.7	Plan de Manejo de Residuos Sólidos de Oreamuno:	36
	OBJETIVO GENERAL.....	36
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
3.3	LOS ENVASES	39
3.3.1	Historia de los envases.....	39
3.3.2	Envases Tetra brik.....	41
3.3.2.1	Características de los envases tetra brik:	41
3.3.2.2	Componentes de los envases tetra brik:	42
3.3.2.3	Tipos de envases tetra brik.....	47
3.3.2.4	La empresa Tetra pack.....	49
3.3.2.5	Ciclo de vida de los envases:	49
3.3.2.6	Métodos para el Reciclaje de los envases tetra brik:	52
3.4	Tectán®.....	55
3.4.1	Definición de Tectán®:	55
3.4.2	Usos del Tectán®:	55
3.4.3	Aprovechamiento de Tectán® en diversos países	56
3.4.4	Tectán® en Costa Rica.....	58
4.	MARCO METODOLÓGICO	60
4.1	Tipo de Investigación:	60
4.2	Identificación de procesos asociados a la producción de Tectán®.....	60
4.2.1	Entrevistas:.....	60
4.2.2	Búsqueda bibliográfica:	62
4.2.3	Análisis de Datos:.....	63
4.3	Establecimiento de la disponibilidad del uso de materiales residuales de tetra brik en el cantón de Oreamuno:	64
4.3.1	Encuesta a comercios de Oreamuno:.....	65

4.3.1.1	Diseño del cuestionario:	65
4.3.1.2	Diseño muestral y tamaño de muestra	65
4.3.1.3	Levantamiento de la encuesta	67
4.3.1.4	Procesamiento de la información.....	68
4.1.1	Encuesta de opinión a la población de Oreamuno:.....	68
4.1.1.1	Diseño del cuestionario:	68
4.1.1.2	Diseño muestral y tamaño de muestra	68
4.1.1.3	Levantamiento de la encuesta	70
4.1.1.4	Procesamiento de la información.....	70
5.	DESARROLLO (RESULTADOS)	71
5.1	Diseño de la planta de Reciclaje	71
5.1.1	Procesos asociados a la fabricación del Tectán®:	71
5.1.2	Revisión de los envases:	72
5.1.3	Limpieza de los envases:.....	72
5.1.4	Molienda de los envases:.....	73
5.1.5	Formado	73
5.1.6	Prensado en Caliente	73
5.1.7	Prensado en frío o enfriamiento:.....	74
5.1.8	Recorte:.....	74
5.2	Inventario de Equipos.....	74
5.3	Capacidad de la Planta	77
5.3.1	Producto terminado.....	78
5.3.2	Tamaño y Localización de la planta	80
	Localización:	80
	Impacto ambiental de la Planta	84
	Organización de la empresa.....	85
	Algunos datos económicos:.....	86
	Análisis de oferta y demanda de Oreamuno:	88
5.	CONCLUSIONES	106
6.	RECOMENDACIONES	108
7.	BIBLIOGRAFÍA.	109

El financiero, 2007. Reciclan 1,4 millones de envases Tetra Brik al mes 20 de noviembre d e2007. Disponible en http://www.fundacionambio.org/leer.php/87	110
Anexos	114
ANEXO 1: Charter del Proyecto.....	115
ANEXO 2: Encuesta de población	121
ANEXO 3: Encuesta a Comercios	125
ANEXO 4: Ejemplos de Artículos que mostraron a la población de Oreamuno durante la Encuesta.	129
ANEXO 5: Ejemplos de Artículos elaborados con tetra brik (basado en Zue, 2007) y Boletín Dos Pinos	131
ANEXO 6: Cuadros de resultados obtenidos con el programa SPSS para la encuesta a la población.	137
ANEXO 7: Cuadros de resultados obtenidos con el programa SPSS para la encuesta a los comercios.....	144

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales componentes de los residuos sólidos municipales.	8
Figura 2. Etapas del ciclo de vida de los residuos sólidos.....	9
Figura 3. Acciones que se deben tomar para mejorar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.	12
Figura 4. Etapas del reciclaje.	16
Figura 5. Composición de los residuos sólidos municipales en el Relleno Sanitario Río Azul.....	23
Figura 6. Mapa del cantón de Oreamuno ubicado en la provincia de Cartago.	27
Figura 7. Escudo del Cantón de Oreamuno.	28
Figura 8. Ubicación de los diversos distritos del Cantón de Oreamuno.....	29
Figura 9. Densidad poblacional de los distritos del Cantón de Oreamuno.	33
Figura 10. Organigrama de la Municipalidad de Oreamuno de acuerdo a sus diferentes niveles.....	34
Figura 11. Principales actores involucrados en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos Municipales.....	37
Figura 12. Principales Tipos de plásticos utilizados para envase de productos.....	40
Figura 13. Ejemplo de envase tetrabrik.....	42
Figura 14. Estructura de la celulosa, principal constituyente del papel.	43
Figura 15. Estructura general del polietileno.....	44
Figura 16. Componentes de los envases tetra brik.....	45
Figura 17. Composición de los envases tetra brik.	46
Figura 18. Diferentes modelos de envases tetra brik.	48
Figura 19. Ciclo de vida de los envases Tetra pack.	50
Figura 20. Oportunidad de ahorro al reciclar los envases tetra brik.	52
Figura 21. Sistema de hidropulpeo.	53
Figura 22. Lámina de aglomerado de TECTÁN® terminada.	55
Figura 23. Ejemplos de artículos elaborados a partir de Tetra Brik.	56
Figura 24. Tejas fabricadas con residuos de tetra brik.	58
Figura 25. Metodología seguida para la búsqueda de los procesos asociados a la producción de láminas de Tectán®.....	63
Figura 26. Etapas de la fabricación de láminas de residuos de tetra brik.....	71
Figura 27. Ejemplo de molienda de los envases.	73
Figura 28. Ejemplo de trituradora necesaria para el proceso de molienda de los envases tetra brik.....	75

Figura 29. Ejemplo de prensa hidráulica necesaria para el prensado en caliente y en frío.	76
Figura 30. Inmueble donde se ubicará la planta de reciclaje de Tectán®.	81
Figura 31. Esquema de la planta de fabricación de Tectán®, para un área de 200 m2. ...	83
Figura 32. Organigrama propuesto de la planta de fabricación de Tectán®.	86
Figura 33. Campaña de ambientados del cantón de Oreamuno.....	89
Figura 34. Recolección de envases tetra brik en el centro de acopio del cantón de Oreamuno.....	90
Figura 35. Distribución del tamaño de envase que se vende mayormente en los comercios de Oreamuno entrevistados.	94
Figura 36. Resultados de la encuesta a comercios de Oreamuno acerca del lugar de preferencia de los comerciantes para ubicar recipientes para recolectar tetra brik.	97
Figura 37. Distribución de encuestas por distrito.	99
Figura 38. Porcentaje de entrevistados de acuerdo al sexo.	100
Figura 39. Porcentaje de entrevistados de acuerdo al grado académico.	100
Figura 40. Productos que se consumen en Oreamuno, en envase tetra brik.	102
Figura 41. Resultados de porcentaje de aspectos que las personas consideran importantes a la hora de comprar muebles de oficina o de hogar.	105

INDICE DE CUADROS

Cuadro I. Algunos métodos de tratamiento de los residuos sólidos	18
Cuadro II. Instituciones vinculadas a la Gestión de los Residuos Sólidos.....	20
Cuadro III. Generación de residuos sólidos domiciliarios per cápita y total en Costa Rica	22
Cuadro IV. Costos asociados al manejo de residuos sólidos por provincia para el año 2007.....	25
Cuadro IX. Organizaciones empresariales para el fomento del reciclado de envases en Europa.....	57
Cuadro V. Poblados y barrios de Oreamuno.....	30
Cuadro VI. Extensión territorial por distrito, para el Cantón de Oreamuno.....	31
Cuadro VII. Datos poblacionales del cantón de Oreamuno de acuerdo al distrito y al género.....	32
Cuadro VIII. Tarifas de recolección de Residuos sólidos del cantón de Oreamuno.....	35
Cuadro X. Negocios que comercializan tetra brik en Oreamuno.....	66
Cuadro XI. Capacidad de los equipos necesarios para producir Tectán®	77
Cuadro XIII. Superficie mínima requerida por los equipos	82
Cuadro XIV. Superficies mínima requerida por espacios	82
Cuadro XIX. Aproximado de cantidades de envases tetra brik vendidos en Oreamuno....	94
Cuadro XV. Valor comercial de láminas semejantes al Tectán®, en distintos negocios del cantón de Oreamuno	87
Cuadro XVI. Cantidades de algunos materiales recuperados en el Centro de Acopio de Oreamuno, de julio a octubre del 2010.....	91
Cuadro XVII. Distribución por distritos de encuesta realizada a comercios	93
Cuadro XVIII. Tipos de negocios encuestados	93
Cuadro XX. Peso de los envases tetra brik, de acuerdo al volumen.....	95
Cuadro XXI. Resultados de encuesta a comercios	96
Cuadro XXII. Resultados de encuesta a comercios	96
Cuadro XXIII. Resultados de encuesta a comercios	97
Cuadro XXIV. Resultados de encuesta a población acerca del consumo de envases tetra brik.....	101
Cuadro XXV. Resultados de encuesta a pueblo	103
Cuadro XXVI. Resultados de encuesta a pueblo	103

INDICE DE ABREVIACIONES

COMCURE: Comisión para el Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta Río Reventazón.

EARTH: Universidad Privada Costarricense.

FEDEMUR: Federación de Municipalidades del Este, actualmente esta organización no existe.

GAM: Organización Territorial de Costa Rica denominada “Gran Área Metropolitana”.

GIRS: Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica.

ITCR: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

LDPE: Clasificación de plásticos: Polietileno de baja densidad.

HDPE: Clasificación de plásticos: Polietileno de alta densidad.

PREVDA: Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental.

RS: Residuos sólidos.

SPSS: Software especializado en estadística “Statistical Package for the Social Sciences”.

UCR: Universidad de Costa Rica.

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional.

WPP: Empresa dedicada al tratamiento, transporte, y acopio de residuos sólidos, conocida como “WPP Continental”

RESUMEN EJECUTIVO

El cantón de Oreamuno se encuentra en la provincia de Cartago, tiene una extensión de 10,08 km² y su población censada en el año 2000 alcanzó los 39,032 habitantes. En este cantón se estima que se producen cerca 33 toneladas diarias de residuos sólidos ordinarios. Durante muchos años, “la basura” producida en el cantón fue dispuesta en un botadero a cielo abierto, sin ningún tipo de tratamiento o aprovechamiento, este botadero se ubicaba cerca del actual balneario “Valle Escondido”. El botadero fue clausurado por orden del Ministerio de Salud, en la actualidad los RS son enviados al relleno Sanitario los Pinos propiedad de la empresa WPP, sin embargo, la Municipalidad de Oreamuno ha continuado buscando opciones para valorizar los RS, previo a su disposición en el relleno sanitario. La Municipalidad de Oreamuno diseñó un plan para el manejo integral de los residuos sólidos, en términos generales, este plan incluye la separación en dos grandes componentes: “Residuos húmedos” (residuos orgánicos) y los llamados “Residuos Secos”, aquellos que tienen un valor agregado ya que pueden reciclarse, reutilizarse o aprovecharse por métodos como el co-procesamiento. Este trabajo se enfocará en el aprovechamiento de envases de tetra brik, los cuales actualmente son desechados y enviados al relleno sanitario.

La Municipalidad de Oreamuno ha externado su deseo de aprovechar el residuos de los envases tetra brik, mediante la fabricación de láminas constructivas conocidas comercialmente como Tectán®, para la fabricación de muebles de oficina, de hogar, separación de paredes interiores, entre otros. La municipalidad de Oreamuno, pretende que este proceso constructivo se desarrolle mediante una figura denominada “Empresa de Economía Mixta”, ya que el sector público es muy difícil que administre este tipo de proyectos. Estas empresas requerirán de la identificación de socios estratégicos que adquieran acciones en conjunto con la Municipalidad de Oreamuno, según la legislación nacional, la Municipalidad deberá mantener el control del 51% de las acciones.

El propósito principal de este trabajo es determinar la pre-factibilidad técnica para la producción de láminas de Tectán® en la Municipalidad de Oreamuno. Para esto será necesario: Establecer la oferta y demanda de los residuos de tetra brik en el cantón de Oreamuno. Identificar la disponibilidad de la población para participar en campañas de recuperación de envases tetra brik. Identificar los procesos asociados al uso y fabricación de Tectán®.

La metodología utilizada para abordar este proyecto es del tipo investigación mixta, donde se recopilará información secundaria y se levantará información base a través de entrevistas a personas seleccionadas y encuestas que se realizan a comercios y a la población de Oreamuno. Las encuestas se diseñaron

de acuerdo a los objetivos específicos planteados en el proyecto, posteriormente se seleccionó la muestra representativa para aplicar la encuesta y finalmente, se analizaron los usando el software de “Excel y SPSS”.

Para producir el Tectán® se deben seleccionar en primer lugar los envases ya usados cuidando que estos no presenten más de 5% de humedad o de materia orgánica, estos luego se someten a un lavado, secado, triturado y prensado en caliente y posteriormente en frío. Debido a los materiales con que están formados estos envases (aluminio, papel y plástico) se producen láminas con excelentes propiedades de resistencia a humedad, aislantes térmicos por lo que estas láminas sustituir a la madera, el “plywood”®, “fibrolit”®, entre otros.

Según los requerimientos técnicos mínimos para la producción en serie de láminas de Tectán®, se requieren al menos 5,300 Kg de tetra brik al mes, sin embargo, en la municipalidad de Oreamuno, según los resultados de la campaña AMBIENTADOS del mes de octubre del 2010 solamente se lograron recolectar cerca de 500 Kg, si bien, no toda la población participa de estas campañas (28% de participación), al establecer mediante las encuestas y estimando la cantidad que se comercializa en el cantón de Oreamuno, el máximo posible de materiales a recuperar sería de 4800 kg/mes, lo cual aún es insuficiente para la producción en la planta, por lo que se hace necesario contar con la participación de otros cantones para poder poner en marcha la planta.

Es necesario aumentar el porcentaje de participación en las campañas de recuperación de materiales, se ve factible implementar campañas educativas ya que según los resultados de la encuesta tanto los comercios del cantón como la población estarían en su mayoría (más del 90%) de acuerdo con participar en campañas de reciclaje de tetra brik. De acuerdo al estudio realizado, es factible colocar recipientes dentro o fuera de los comercios que venden tetra brik, con el fin de facilitar la recolección de estos envases post consumo, los cuales constituyen la materia prima de la planta de fabricación de Tectán®.

Si esta fabrica se llegará a instalar sería posible darle trabajo al menos a diez personas del cantón, de los cuales, la propuesta del ayuntamiento es darle atención prioritaria a mujeres jefas de hogar y personas con discapacidad.

1. INTRODUCCIÓN

2.1 Antecedentes

En la provincia de Cartago se encuentra el cantón de Oreamuno, el cual tiene una extensión de 10,08 km² y una población total de 39032 habitantes para el año 2000. En este cantón se estima que se producen 33 toneladas diarias de residuos sólidos ordinarios.

Los residuos del cantón por mucho tiempo fueron dispuestos en un botadero a cielo abierto, ubicado en San Rafael, sin ningún tipo de tratamiento o aprovechamiento de residuos reciclables o reusables (Redondo, 2009). Sin embargo, una vez que este botadero a cielo abierto fue clausurado, la Municipalidad de Oreamuno, encargada de la Gestión de los Residuos Sólidos del cantón, se dio a la tarea de buscar donde disponerlos.

La primera acción que se tomó fue la compra de dos terrenos aledaños al botadero con el fin de convertirlos en un sitio de disposición de residuos sólidos, sin embargo se corría el riesgo de que éste dañara al ambiente, afectando incluso el Río Páez que colinda con la finca adquirida.

Lo anterior obligó a que los residuos se trasladaran al Relleno Sanitario “Los Pinos”, perteneciente a la empresa WPP continental S.A., ubicado en Dulce Nombre de Cartago. Los costos asociados al traslado de los residuos a dicho relleno superan los 7,8 millones de colones mensuales, sin tomar en cuenta los gastos en combustible, mantenimiento de los vehículos recolectores de residuos, entre otros. Además estos costos van en aumento, y, se estima que el precio por

tonelada entregada al relleno aumente en un 23,53% del costo actual (de 8500 colones por tonelada de acuerdo con Redondo, 2009) lo cual empeora la situación.

Es así como se inicia la búsqueda de alternativas para el manejo integral de los residuos que sean amigables con el medio ambiente y que no perjudiquen la salud de las personas. Durante este proceso y con la ayuda de distintos actores (Universidades públicas y privadas, PREVDA, COMCURE, asociaciones comunales) se elaboró un Plan para el Manejo de los RS de Oreamuno.

Este plan incluye diversas acciones entre las que cabe señalar la recolección de los RS separados en dos grandes grupos: llamados “Residuos húmedos” (residuos orgánicos), los cuales serán luego tratados en Bioreactores para generar abono que posteriormente puede ser comercializado en el sector agrícola del cantón, así como el tratamiento de lixiviados ,y, los llamados “Residuos Secos”, los cuales son aquellos que tienen un valor agregado ya que pueden reciclarse, reutilizarse o aprovecharse por métodos como el co-procesamiento; entre estos se encuentran las latas de aluminio, el vidrio, el plástico y los residuos de tetra brik.

2.2 Planteamiento del Problema

Los envases tetra brik actualmente son muy usados para el envase de diversos productos como lácteos, jugos, salsas, vinos, entre otros, esto porque este se componen de polietileno de baja densidad, aluminio y papel, el cual hace que el contenido se mantenga en óptimas condiciones durante mucho tiempo sin necesidad de refrigeración.

Sin embargo, el problema con estos envases multicapas (también llamados tetra brik o Tetra pack), es que no son reutilizables, lo cual significa que son de un solo uso, no se puede emplearse de nuevo para contener el mismo producto, además de esto su proceso de reciclaje no es muy conocido y es complejo, lo cual implica

que muchas veces estos terminan en un relleno sanitario, desaprovechándose su potencial y contaminando el ambiente ya que su degradación se lleva a cabo en más de cien años.

Así, los residuos de envases de Tetra brik pueden ser materia prima para la fabricación de planchas para la construcción conocidas con el nombre de Tectán® (Inche,2004) el cual puede ser utilizado para la construcción de tejas, muebles de hogar y de oficina, sillas, bibliotecas, entre otros artículos, reemplazando así a la madera y/o láminas de productos como el Gypsum®, Fibrolit® y Durpanel®.

El uso del Tectán® está muy difundido en Europa, en especial en Alemania y en China donde se le conoce como CHIPTEC que cuenta con tres fábricas. La Agencia China de Protección Ambiental desde 1997 reconoce al CHIPTEC como “una de las tecnologías recomendables, a escala nacional, para la protección del medio ambiente”; otro caso es el de Chile donde hubo un programa denominado “Un techo para Chile” el cual impulsó la construcción de aldeas con este material. (Inche,2004).En nuestro país solamente la empresa Dos Pinos fabrica estas láminas, las cuales utiliza para fabricación de pupitres para escuelas y colegios.(Fonseca, 2008).

En el cantón de Oreamuno se pretende fabricar las láminas de Tectán® como parte del plan de manejo de residuos sólidos del cantón, sin embargo primero se debe de estudiar la pre-factibilidad técnica de la instalación de una planta de este tipo en el cantón, la cual se hará a través del presente trabajo.

2.3 Justificación del proyecto

Con este estudio de pre factibilidad se determinará la viabilidad de la creación de materiales aprovechables a partir de residuos de tetra brik, con lo cual se tendría

un impacto positivo sobre el medio ambiente del Cantón, ya que estos serían residuos que se dejarían de llevar al relleno sanitario y, en su lugar se construirían artículos que se pueden aprovechar en las comunidades del cantón; con lo cual los residuos sólidos de este tipo dejarían de ser un problema para convertirse en una forma de generar ingresos para la mejora del cantón.

Además de contribuir al mejoramiento del medio ambiente, la instalación de esta planta de construcción de Tectán® generaría una nueva fuente de empleo para las personas del Cantón, lo cual mejoraría la situación de familias de Oreamuno, en especial las de personas con discapacidad y mujeres jefas de hogar.

El cantón de Oreamuno se convertiría en un modelo a seguir por otras Municipalidades por todas sus acciones innovadoras en este tema, además de que se contribuiría al desarrollo ambiental y social de estas comunidades.

2.4 Objetivos

Los objetivos que se pretenden lograr con este trabajo se presentan a continuación:

Objetivo General:

Llevar a cabo un estudio de pre-factibilidad técnica para la elaboración de muebles de bajo impacto contruidos a partir de residuos de Tetra pack.

Objetivos Específicos:

1. Establecer la disponibilidad del uso de materiales residuales de tetrapak en el cantón de Oreamuno.

2. Establecer la disposición de la población de participar en campañas de recuperación de envases Tetra pack.
3. Identificar los procesos asociados al uso y fabricación del Tectán® (láminas creadas a partir del Tetra pack) y evaluar la posibilidad de que el mismo sea producido en Oreamuno.

2. MARCO TEÓRICO

3.1 LOS RESIDUOS SÓLIDOS

3.1.1 El concepto de Residuo sólido:

Se suele utilizar el término basura para referirse a objetos que ya no tienen ningún uso y ningún valor como para conservarlos. (Deffis, 1998). El diccionario de la Real Academia Española la define como una “Cosa repugnante o despreciable” (Real Academia Española, 2001). Sin embargo hoy sabemos que este término basura no es el adecuado, ya que entre lo que se genera diariamente se encuentra materiales pueden reciclables o reutilizables. Es así como actualmente se utiliza el término Residuo Sólido, para referirse a estos, cuyo significado puede asociarse a lo que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa (Real Academia Española, 2001).

En el año 2002 ya se estaban produciendo en el mundo alrededor de cuatro millones de toneladas diarias de la llamada “basura doméstica”, cifra que va en aumento día con día (Brown, 2003). Por ejemplo en el área de América Latina la generación de residuos sólidos domiciliarios varía de 0,3 a 0,8 kg/hab/día, y, cuando a estos desechos domiciliarios se les agrega otros residuos como los de comercios, mercados, instituciones, pequeña industria, barrido y otros, esta cantidad se incrementa de 25 a 50%, o sea que la generación diaria es de 0,5 a 1,2 kg por habitante, siendo el promedio regional de 0,92 kg/hab/día (Brown et al, 2003).

3.1.2 Clasificación de los Residuos Sólidos

Existen diversas clasificaciones de los residuos sólidos, una de estas es la que se indica de acuerdo a su procedencia, dentro de los cuales se tiene principalmente:

3.1.2.1 Residuos industriales:

Son los provenientes de la actividad industrial. La clase de residuos producido depende del tipo de industria de origen; una vez estudiada su naturaleza, se debe elegir un tratamiento adecuado para cada uno de ellos (Guido *et al*, 1998).

3.1.2.2 Residuos hospitalarios:

Son los que provienen de centros de salud ambulatorios, clínicas, hospitales, los laboratorios médicos y bioquímicos, farmacias, las clínicas veterinarias, las clínicas dentales, entre otros. Pero, en los propios hogares también se genera una parte de ellos, sobre todo materiales de curación, fármacos caducados, material clínico sencillo. Algunos de ellos son considerados peligrosos por lo que no todos deben tener el mismo tratamiento.

3.1.2.3 Residuos sólidos Municipales:

Los Residuos Sólidos Municipales son los que se originan en las actividades domésticas y comerciales de ciudades y pueblos. Los residuos producidos comprenden residuos orgánicos, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del cuidado de los jardines, la limpieza de las calles, entre otros. El grupo más voluminoso es el de las basuras domésticas (Bartone, 2000).

Dentro de los residuos sólidos municipales se puede encontrar principalmente lo mencionado en la figura 1:

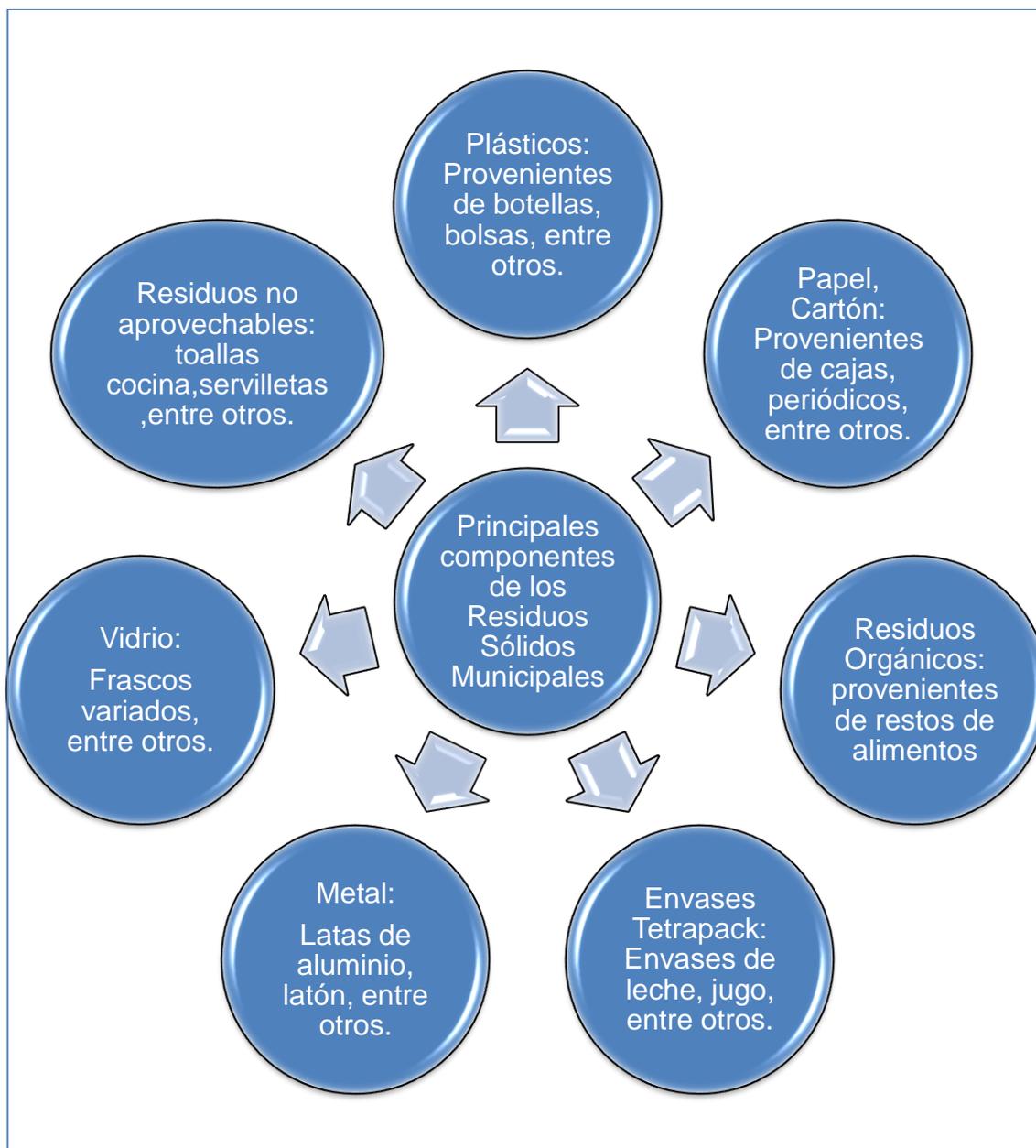


Figura 1. Principales componentes de los residuos sólidos municipales

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Ciclo de vida de los Residuos Sólidos

Desde su generación hasta su disposición final, los residuos sólidos siguen una serie de procesos que se conoce como ciclo de vida, el cual comprende las etapas de Generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final. (Rodríguez, 2004). Así, el estudio, control y adecuado manejo de todas estas etapas del ciclo de vida se conoce como **Gestión Integral de los Residuos Sólidos (GIRS)**, el cual tiene que ver con aspectos legales, sociales, financieros, administrativos y de organización en las diferentes etapas del ciclo de vida de los residuos sólidos. De esta forma, el manejo integral de los residuos sólidos combina flujos de residuos, métodos de recolección y procesamiento, de lo cual derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico de los residuos sólidos.(Bartone, 2000). Las diferentes etapas del ciclo de vida se observan en la Figura 2:

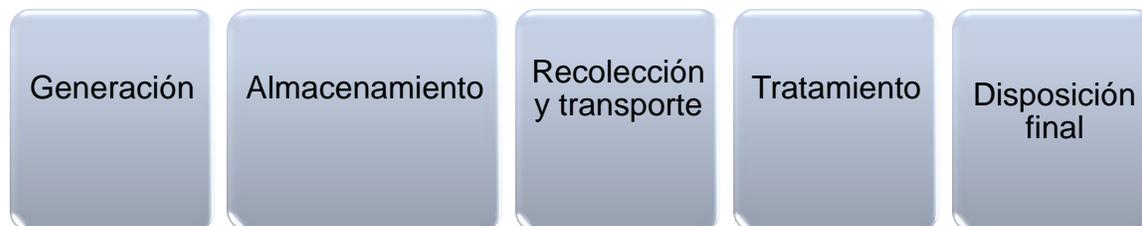


Figura 2.Etapas del ciclo de vida de los residuos sólidos

Fuente: Elaboración propia basado en (Rodríguez, 2004)

3.1.3.1 Generación de los Residuos Sólidos:

La generación de residuos está relacionada con la cantidad de habitantes, el tamaño y el crecimiento que posea una ciudad, además de factores culturales como el consumismo, nivel económico de los ciudadanos, entre otros.

Los residuos sólidos se generan cuando en alguna actividad el propietario de los materiales considera que estos ya no poseen un valor adicional, por lo que son desechados por el mismo. (Jaramillo, 1999)

3.1.3.2 Almacenamiento:

Esta etapa se lleva a cabo en la fuente generadora de residuos sólidos, en esta es muy importante educar a los generadores de residuos para que además de almacenar se pueda separar los residuos sólidos desde su fuente, de tal manera que se faciliten los procesos de la gestión integral de los mismos, además de mantener las condiciones de higiene adecuadas para no alterar la salud de las personas.

3.1.3.3 Recolección y transporte:

La recolección y transporte consiste en llevar los residuos desde su lugar de origen hasta su destino final, el cual puede ser un centro de acopio, un relleno sanitario, entre otros.

Es importante señalar que el transporte debe realizarse de forma que no altere la salud de los recolectores.

3.1.3.4 Tratamiento:

La idea es utilizar opciones de tratamiento de residuos sólidos que mejor se adapten a las necesidades de cada región. Por ejemplo el reciclado de residuos no necesariamente es la mejor opción ya que se debe poner en balance la

relación generación-reciclaje, así se deben de llevar a cabo diagnósticos que permitan conocer las situaciones que privan en cada localidad respecto del tipo y volumen de residuos que se generan, la infraestructura disponible o accesible para su manejo, los mercados de los materiales secundarios y la factibilidad económica de las distintas modalidades de manejo de los residuos.

Dentro de los aspectos que se deben tomar en cuenta se tienen los económicos, sociales y técnicos:

- I. **Aspectos técnicos:** La tecnología debe ser de fácil implementación, operación y mantenimiento; debe usar recursos humanos y materiales de la zona y comprender todas las fases, desde la producción hasta la disposición final.
- II. **Aspectos sociales:** Se debe fomentar hábitos positivos en la población y desalentar los negativos; se promoverá la participación y la organización de la comunidad.
- III. **Aspectos económicos:** El costo de implementación, operación, mantenimiento y administración debe ser eficiente, al alcance de los recursos de la población y económicamente sostenible, con ingresos que cubran el costo del servicio. (Brown *et al*, 2003).
- IV. **Aspectos organizativos:** La administración y gestión del servicio debe ser simple y dinámico.
- V. **Aspectos de salud:** El programa deber pertenecer o fomentar un programa mayor de prevención de enfermedades infecto-contagiosas.
- VI. **Aspectos ambientales:** El programa debe evitar impactos ambientales negativos en el suelo, agua y aire.

3.1.3.5 Disposición final:

La disposición final debe tomarse como última opción, para aquellos residuos sólidos que no sea viable una forma de tratamiento previo, ya que si esta no se hace de forma adecuada puede implicar daños al ambiente, a la salud de la población y además puede implicar costos económicos muy elevados.

3.1.4 Acciones para mejorar la Gestión de los residuos sólidos:

La situación no es irremediable y hay soluciones que podrían permitir a las municipalidades mejorar su capacidad de gestión de los desechos y hacer un mejor uso de los recursos financieros, algunas de estas acciones se pueden observar en la figura 3.



Figura 3. Pirámide P+L.

Fuente: (Rodríguez, 2004).

3.1.4.1 Evitar

El evitar la generación de los residuos, también llamado “Rechazo”, es una práctica por medio de la cual el consumidor evita comprar productos con

empaques contaminantes, como es el caso de los envases no retornables o que representen riesgos a la salud y al ambiente.

Esta es la primera acción que debería de llevar a cabo los consumidores a la hora de decidir si es adecuada la compra de un bien, la cual debería de tenerse en cuenta en el proceso de producción, en la comercialización, distribución, la utilización y la eliminación de productos. En particular, mediante el desarrollo de productos y técnicas no contaminantes.

3.1.4.2 Minimizar

La minimización o reducción en la fuente no es sólo uno de los más simples y más efectivos métodos de cuidar el ambiente en que vivimos sino que puede también llevar a sustanciales ahorros en los costos tanto para los fabricantes como para los consumidores. Con esta iniciativa se logra reducir el volumen de desechos sólidos que son producidos diariamente.

Se aplica por ejemplo cuando se evita consumir productos con empaques innecesarios, cuando se utiliza una sola bolsa resistente en lugar de varias bolsas plásticas para realizar las compras, realizando compras selectivas, así como reusando productos y materiales.

La minimización de residuos puede realizarse a través del diseño, la fabricación y envasado de productos con un mínimo de material, o con una vida útil más larga. Esta puede realizarse a nivel doméstico, comercial e industrial.

3.1.4.3 Recuperar

La recuperación implica la separación y la recolección de material secundario, su clasificación, el acopio y la preparación para su reuso, reciclaje y transformación en nuevos productos. (Jaramillo, 1999).

La recuperación de los recursos no es una idea nueva. Tiene sus orígenes en las antiguas sociedades urbanas que reconocieron el valor intrínseco de los desechos humanos. Por ejemplo, en China han funcionado durante siglos los sistemas de recogida de las excretas, las que proporcionan la fuente principal de abono para mantener actividades de agricultura intensiva en las zonas rurales que rodean a las ciudades. (Bartone, 2000).

En la actualidad hay muchas más oportunidades de recuperación de los recursos puesto que los desechos contienen materiales más variados, gran cantidad de los cuales tienen considerable valor agregado debido a los procesos de fabricación y de otro tipo. La recuperación de recursos es un reconocimiento de que estos materiales se pueden aprovechar y que no son basura, como han sido mal llamados por mucho tiempo. En la gestión de los desechos es fundamental decidir si se han de eliminar o se ha de aprovechar el valor que aún tienen. Esta decisión debe hacerse en todos los niveles de la sociedad (familiar, municipal e industrial).

La meta de la recuperación de los desechos debe ser la conservación de los recursos, incluidos el espacio y el ambiente, que los desechos podrían contaminar de no ser aprovechados.

La recuperación es un factor importante para ayudar a reducir la demanda de recursos y la cantidad de residuos que deben ser dispuestos en un relleno sanitario.

La recuperación de los recursos se ha transformado en política oficial en la mayoría de los países desarrollados debido al alto costo de la gestión de los desechos y a la conveniencia de recuperar todo el valor que estos puedan aún tener. Por ejemplo, en los Estados Unidos la legislación ambiental y las presiones sociales y económicas han dado origen a soluciones como la reclamación y reutilización de las aguas residuales, preparación de abonos orgánicos con fangos cloacales y su aplicación en la tierra, la recuperación de biogás en los rellenos sanitarios, y la quema de desechos sólidos con recuperación de energía. (Bartone, 2000).

a) Reciclaje de desechos sólidos:

El reciclaje se puede definir como un proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente.(Instituto Juan de Herrera, 2010)

El reciclaje implica las etapas que se encuentran en la figura 4:

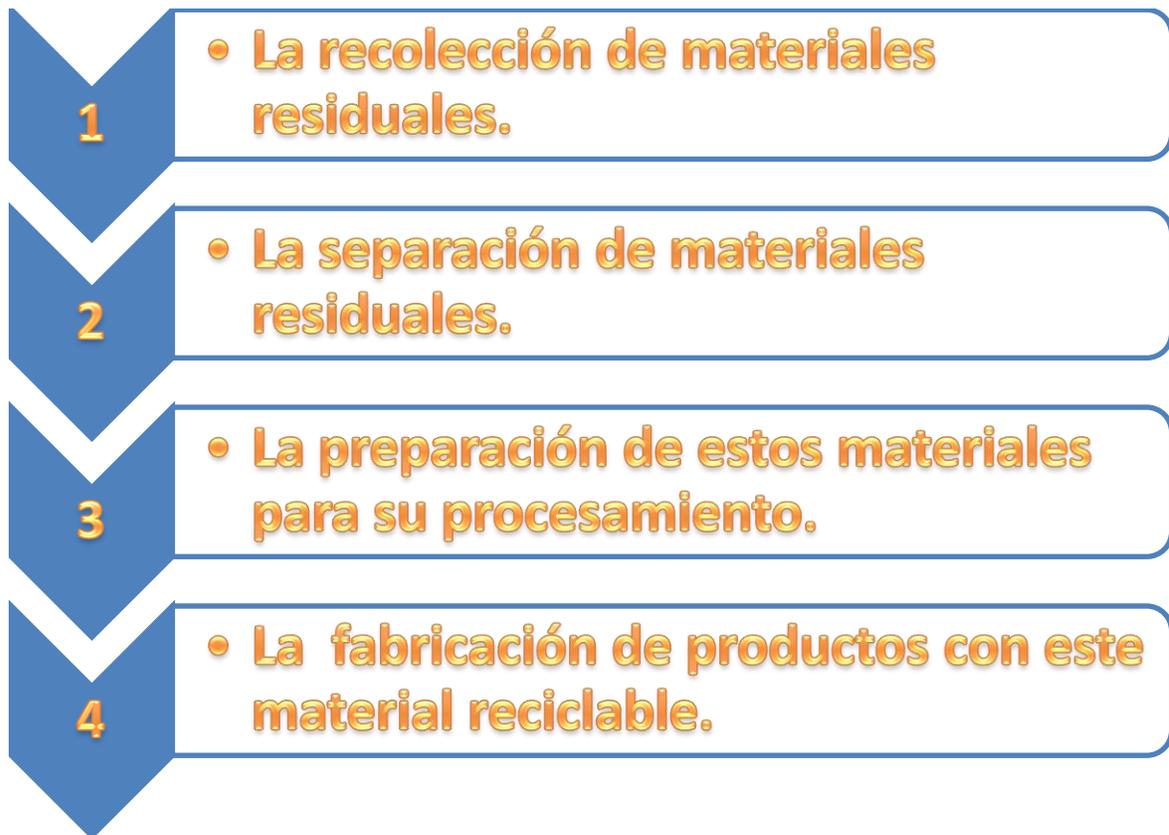


Figura 4. Etapas del reciclaje.

Fuente: Elaboración propia basado en (Rodríguez, 2004).

De acuerdo a la figura 4 la recolección y la separación de materiales reciclables de los desechos sólidos son las primeras etapas del proceso, las cuales pueden ocurrir en varios lugares como: el hogar, recipientes colocados en aceras, vehículos de recolección de basura, en estaciones de transferencia y en los rellenos sanitarios. La regla general establece que mientras más cerca se esté a la fuente del desecho, mejor. La separación de los desechos domésticos en el propio hogar sería ideal pero a menudo no se puede lograr debido a la falta de concientización de las personas, así como la falta de contenedores o baterías donde colocar desechos reciclables. (Bartone, 2000)

Luego la preparación y fabricación de productos reciclados va a depender del tipo de residuo con el que se trabaje.

Dentro de las ventajas del reciclaje se tiene la conservación de la energía, de los materiales y de los productos, el ahorro en materias primas, la reducción en los costos finales de disposición de desechos y disminución de la degradación ambiental. Puede también ayudar a reducir la dependencia de las importaciones, crear empleo e industrias caseras y fomentar las especialidades industriales a través de la reparación y regeneración de piezas recicladas. Además, hay numerosos beneficios para las Municipalidades, entre los cuales se tienen financieros, institucionales y políticos que se deriva de una mayor autosuficiencia municipal.

El reciclaje requiere la transformación completa del elemento. Para el papel, cartón, vidrio y metales, que son de los principales componentes de los residuos sólidos que se pueden reciclar, es necesario contar con una industria que utilice estos elementos como materia prima para que exista un mercado de reciclaje.

b) Reutilización de Residuos sólidos:

Es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que por medio de procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en alguna actividad relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación. Por ejemplo el uso de latas de aluminio como macetas para plantas ornamentales. (Instituto Juan de Herrera, 2010).

3.1.4.4 Procesar y tratar:

Implica la alteración física, química y/o biológica de los residuos sólidos. Con este se puede mejorar la eficacia de las operaciones, estabilizar o reducir su volumen antes de la disposición final, recuperación de energía, obtención de biocombustibles y de abono orgánico (compost).

Los métodos más comunes de procesado y/o tratamiento se observan en el cuadro I.

Cuadro I. Algunos métodos de tratamiento de los residuos sólidos.

Biodigestión	Compostaje	Incineración controlada o Co-Procesamiento
Es el proceso mediante el cual se genera, recolecta y aprovecha el gas metano (gas natural) a partir de la fermentación de desechos sólidos orgánicos.	Este se utiliza para desechos orgánicos, donde son sometidos a procesos biológicos con el fin de obtener un producto útil para la agricultura como abono.(Instituto Juan de Herrera, 2010)	Transformación termoquímica para reducir volumen de residuos sólidos. Requiere un poder calorífico alto de la materia prima.

Fuente: (Brown, 2003)

Se estima que la mayoría de las municipalidades de Centroamérica tendrá algún nivel de compostaje, pero no tendrá ninguno de los otros métodos de tratamiento por consideraciones de costo-beneficio y del ambiente. (Brown, 2003).

3.1.4.5 Disposición Final:

Las formas más utilizadas para la disposición final de los residuos sólidos son los rellenos sanitarios o los botaderos a cielo abierto. Los botaderos a cielo abierto representan serios problemas debidos a la contaminación por lixiviados que pueden contaminar las fuentes de agua superficiales o subterráneas, suelos, entre otros; producción de gas metano (que es uno de los gases más potentes de efecto invernadero), esparcimiento de residuos sólidos por acción de la lluvia o del viento, entre otros; además de que atraen animales y son centros de proliferación de ratas, moscas, cucarachas y otros insectos nocivos para la salud de las personas.

Los rellenos sanitarios constituyen un método para disponer residuos sólidos en el suelo de tal forma que se proteja el ambiente, en este se cuenta con tratamiento de lixiviados, extracción de gases y/o tratamiento de los mismos, dispositivos de monitoreo y control, entre otros aspectos. Sin embargo esta disposición implica costos muy elevados para muchos Municipios, no desecha residuos que podrían ser aprovechados entre otros aspectos por lo que se debe de buscar soluciones integrales donde la disposición final sea la última acción que se realice.

3.1.5 Manejo de los Residuos Sólidos en América Latina

En América Latina son los Municipios los que poseen la responsabilidad del adecuado manejo de los desechos sólidos, las cuales deben de encargarse de las etapas del ciclo de vida de los desechos que van desde el transporte hasta la adecuada disposición final de los mismos. (Brown, 2003).

Además de lo anterior, son las municipalidades las llamadas a realizar las siguientes funciones: operativas, administradoras, ejecutoras, financiadoras, comercializadoras. Las funciones normativas, planificadoras, supervisoras,

controladoras, asesoras, reguladoras por lo general se asignan a instancias como los ministerios del medio ambiente, de salud, de planificación, de desarrollo, entre otros. (Programa Competitividad y Nuevo Ambiente (CYMA), (2007)). Otras Instituciones asociadas a la Gestión de los Residuos Sólidos, se muestran en el cuadro II:

Cuadro II. Instituciones vinculadas a la Gestión de los Residuos Sólidos:

Organizaciones Comunes	La Academia	Organizaciones Internacionales	Sector Privado
Entidades nacionales y extranjeras que se dedican a proyectos como el reciclaje, entre otros, sin fines de lucro.	Corresponde a Universidades e Institutos que brindan apoyo técnico, implementación de nuevas tecnologías y formación de recurso humano capacitado.	Son organizaciones que apoyan la gestión en temas como capacitación, asistencia técnica, entre otros. Ejemplos de esto son FOMUDE, PNUMA, CEPIS, JICA, entre otros.	Empresas nacionales o trasnacionales o personas físicas, las cuales realizan diversas labores (en su mayoría por contratación) en este tema.

Fuente: (Brown, 2003)

Como se observa en el cuadro II, las instituciones vinculadas son muchas, sin embargo se presentan diversos problemas y limitaciones en la región.

En América Latina se tienen muchas limitaciones en este tema; así, de acuerdo al “Diagnostico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y del Caribe” realizado con la ayuda la Organización

Panamericana de la Salud (OPS) dentro de las principales limitaciones de la gestión de los residuos se encuentran:

“Falta de definición real o aparente de los ámbitos de competencia de los diferentes Organismos de cada país:

- *Duplicación de esfuerzos y funciones.*
- *Carencia de un sistema de información y escaso o ningún intercambio de datos.*
- *Falta de identificación de los componentes y la cabeza del sector para constituir un verdadero sector de residuos sólidos.*
- *Limitada capacidad institucional de gran parte de las entidades ejecutoras y normativas para asumir sus funciones y responsabilidades.*
- *Aparente falta de voluntad política en los niveles de toma de decisiones y establecimiento de prioridades. El interés termina, en muchos casos, después de las elecciones.”* (Brown, 2003).

3.1.6 Situación de los Residuos sólidos en Costa Rica

De acuerdo a datos proporcionados por INEC en el 2006 y otros estudios realizados (Programa Competitividad y Nuevo Ambiente (CYMA), (2007)), Costa Rica tiene aproximadamente 4 402 000 de habitantes que generan de forma absoluta por día en el país aproximadamente 3580 toneladas de residuos sólidos domiciliarios, cuya distribución se puede observar en el cuadro III de acuerdo la cantidad de habitantes por municipalidad:

Cuadro III. Generación de residuos sólidos domiciliarios per cápita y total en Costa Rica.

Tamaño de Municipalidad	Generación de Residuos Sólidos (Kg/Hab/día)	Porcentaje de la población (%)	Cantidad total de población para el año 2006, para estas municipalidades	Generación total de Residuos (ton/día)
Grande (más de 200 000 habitantes por cada municipalidad)	1,06	19,01	836,820	889,54
Mediana (de 50 001 a 200 000 habitantes por cada municipalidad)	0,76	45,84	2 017 877	1543,68
Pequeña (menos de 50 000 habitantes por cada municipalidad)	0,74	35,15	1 547 303	1145
TOTAL	0,854 en promedio	100	4 402 000	3578,22

Fuente: (Programa Competitividad y Nuevo Ambiente (CYMA), (2007))

Como se observa en este cuadro, la generación de residuos varía de acuerdo a la zona donde se encuentre y dependiendo del tamaño de la municipalidad. Es claro como la cantidad de desechos sólidos municipales generados es sumamente alta y requiere de una adecuada gestión.

Para tener una idea de la composición de estos residuos sólidos en Costa Rica, se puede utilizar los datos de composición de la GAM ubicada en el centro del país ya que en esa área habita el 60% de la población nacional (CYMA, 2007). Por lo tanto el GAM representa la fuente de generación de residuos domiciliarios más importante del país. (Ver figura 5).

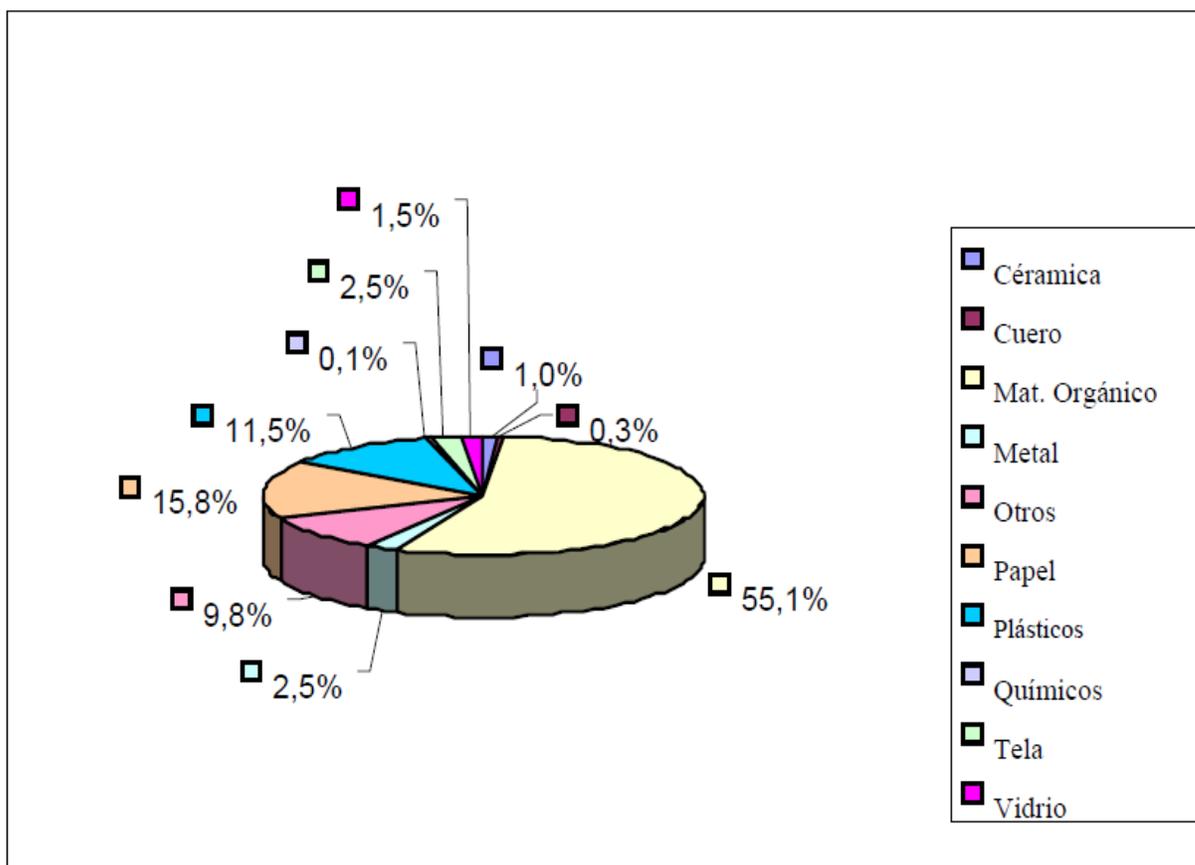


Figura 5. Composición de los residuos sólidos municipales en el Relleno Sanitario Río Azul.

Fuente: Municipalidad de San José, 2002.

Como se observa en este gráfico aproximadamente el 55% de los residuos domiciliarios de la GAM son materia orgánica, 38% es papel, plástico, metal y vidrio, entre otros, los cuales pueden aprovecharse y se estima que solo un 7% es no reciclable. (Programa Competitividad y Nuevo Ambiente (CYMA), (2007))

En Costa Rica, se evidencian los mismos problemas que en el resto de América Latina en cuanto al Manejo Integral de los Residuos. De acuerdo al Capítulo de Armonía con la Naturaleza del Informe de Estado de la Nación del año 2009 (Soto, 2009), solo en el año 2007 las Municipalidades destinaron 35 368 millones de colones a la etapa de recolección de residuos sólidos y limpieza de aceras, mientas que para la parte de acciones para protección del ambiente, como por ejemplo el reciclaje de los residuos, solamente se destinaron 640 millones de colones.(Soto, 2009) Así, como se observa en el Cuadro II, la factura que se genera por el manejo de estos es muy elevada pero la mayoría se dedica a gastos operativos, dejando de lado las acciones que conlleven a la mejora del medio ambiente.

Cuadro IV. Costos asociados al manejo de residuos sólidos por provincia para el año 2007

Provincia	Aseo de Vías (millones colones)	Recolección de (millones colones)	Protección al ambiente de (millones colones)
San José	4227,2	8 276,9	108,1
Cartago	951,8	2 600,4	21,0
Alajuela	877,9	4952,7	106,0
Heredia	870,5	4 680,7	106,0
Guanacaste	701,8	1 980,1	214,2
Puntarenas	647,7	1 766,4	73,7
Limón	455,4	1 738,4	11,1
Total	8 731,9	25 995,9	640,3

Fuente: (Soto, 2009)

Lo anterior también trae como consecuencia un aumento en la dependencia y demanda de rellenos sanitarios para reducir la carga medio ambiental de los Residuos sólidos, lo cual aumenta la factura de las municipalidades y perjudica el medio ambiente.

No obstante los recursos que se dedican a esta actividad, los resultados rara vez son suficientes, en la mayoría de las ciudades del mundo en desarrollo los niveles de recolección de desechos son inadecuados, pues quedan grandes segmentos de la población urbana con sus necesidades sólo parcialmente satisfechas, además de esto el problema todavía consiste en retirar los desechos de en medio ambiente (Bartone, 2000). Por ello se deben de realizar acciones que minimicen la cantidad de residuos sólidos que llegan al ambiente, esto por medio de acciones como la valorización y recuperación de residuos sólidos desde la fuente. Acciones de este tipo se están llevando a cabo en varios cantones del país, ejemplo de ello es el Cantón de Oreamuno.

3.2 EL CANTÓN DE OREAMUNO

3.2.1 Datos Generales del Cantón:

En ley No. 68 de 17 de agosto de 1914 (Municipalidad de Oreamuno, 2010), se constituyó el cantón de Oreamuno; cantón número 7 de la provincia de Cartago. (ver figura 6).

El nombre del cantón es en homenaje del Ex presidente de la República, don Francisco María Oreamuno Bonilla (1844-1845), que nació en ciudad Cartago el 4 de octubre de 1801 y falleció en la misma ciudad el 23 de mayo de 1856. (Municipalidad de Oreamuno, 2010).

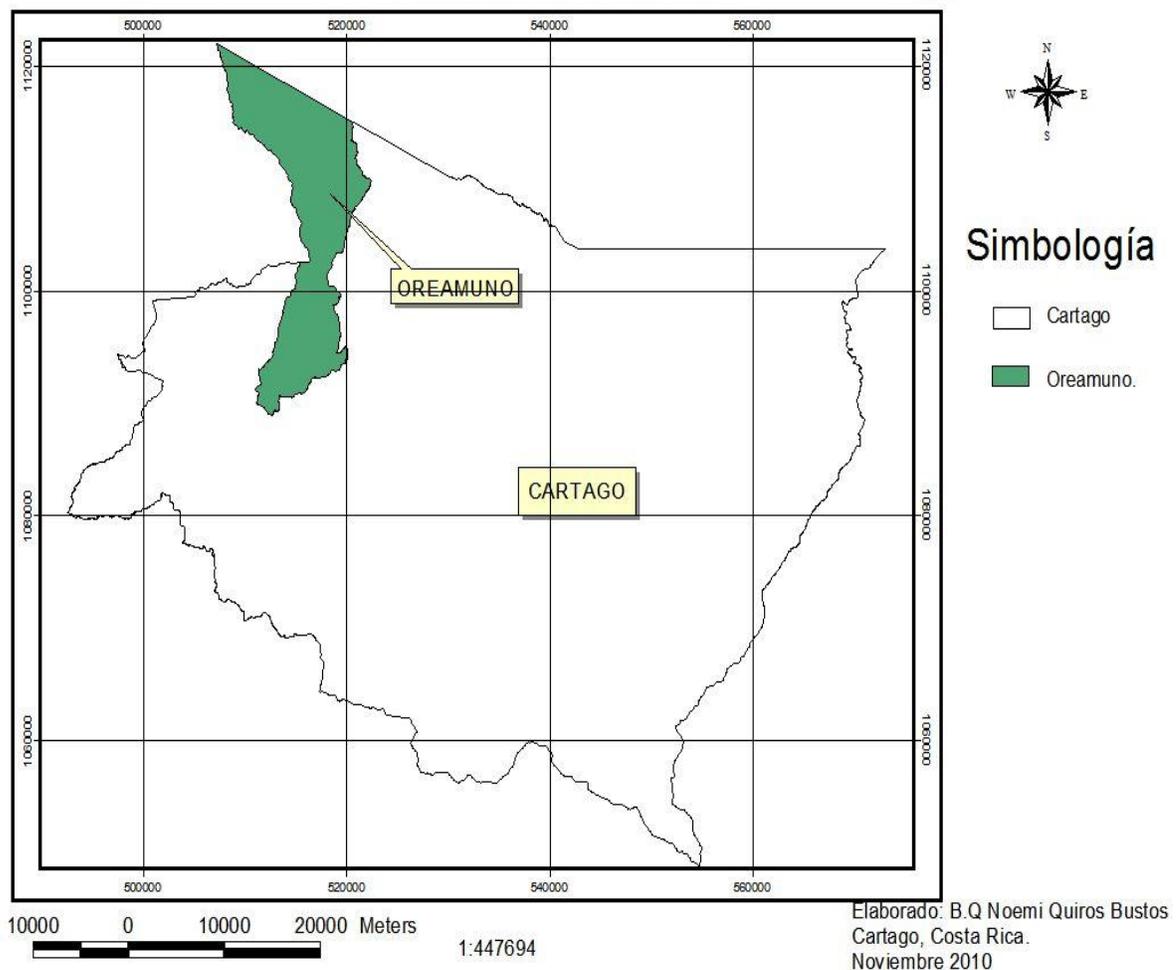


Figura 6. Mapa del cantón de Oreamuno ubicado en la provincia de Cartago.

Fuente: Elaboración propia trazado con Atlas de Costa Rica, 2008.

Las coordenadas geográficas medias del cantón de Oreamuno están dadas por $09^{\circ} 59' 54''$ latitud norte y $83^{\circ} 52' 28''$ longitud oeste. La anchura máxima es de treinta y dos kilómetros, en dirección noroeste y sureste, desde la confluencia de los ríos Sucio y Hondura hasta el puente sobre el río Blanquillo, carretera Nacional No. 10, que une las ciudades de San Rafael y Paraíso. (Municipalidad de Oreamuno, 2010)

Su escudo (que se observa en la Figura 7) describe la naturaleza del cantón, el cual posee una zona rural dedicada a la agricultura y al turismo, así como una zona urbana (en la cabecera de Cantón).



Figura 7. Escudo del Cantón de Oreamuno.

Fuente: Municipalidad de Oreamuno, 2010.

Este escudo fue confeccionado por la Prof. Rosa María Ulett Madriz (Municipalidad de Oreamuno, 2010); cuyo significado es:

- En la parte superior, el Volcán Irazú.
- En la parte inferior derecha el monumento a Don Braulio Carrillo Colina.
- En la parte inferior izquierda representa las papas producto principal del cantón de Oreamuno.
- En el centro en forma de círculo el escudo eclesiástico de Monseñor Sanabria, hijo predilecto del cantón.
- Coronando el escudo el sol, que significa cantón en progreso y dentro el año en que se fundó el cantón de Oreamuno (1914).

- Lo rodean claveles que representan los distritos.
- Lo coronan dos listones: parte inferior provincia de Cartago.

3.2.2 División Territorial

Este se encuentra formado por cinco distritos, donde San Rafael se designó como cabecera de Cantón, los cuales se pueden observar en la siguiente Figura:

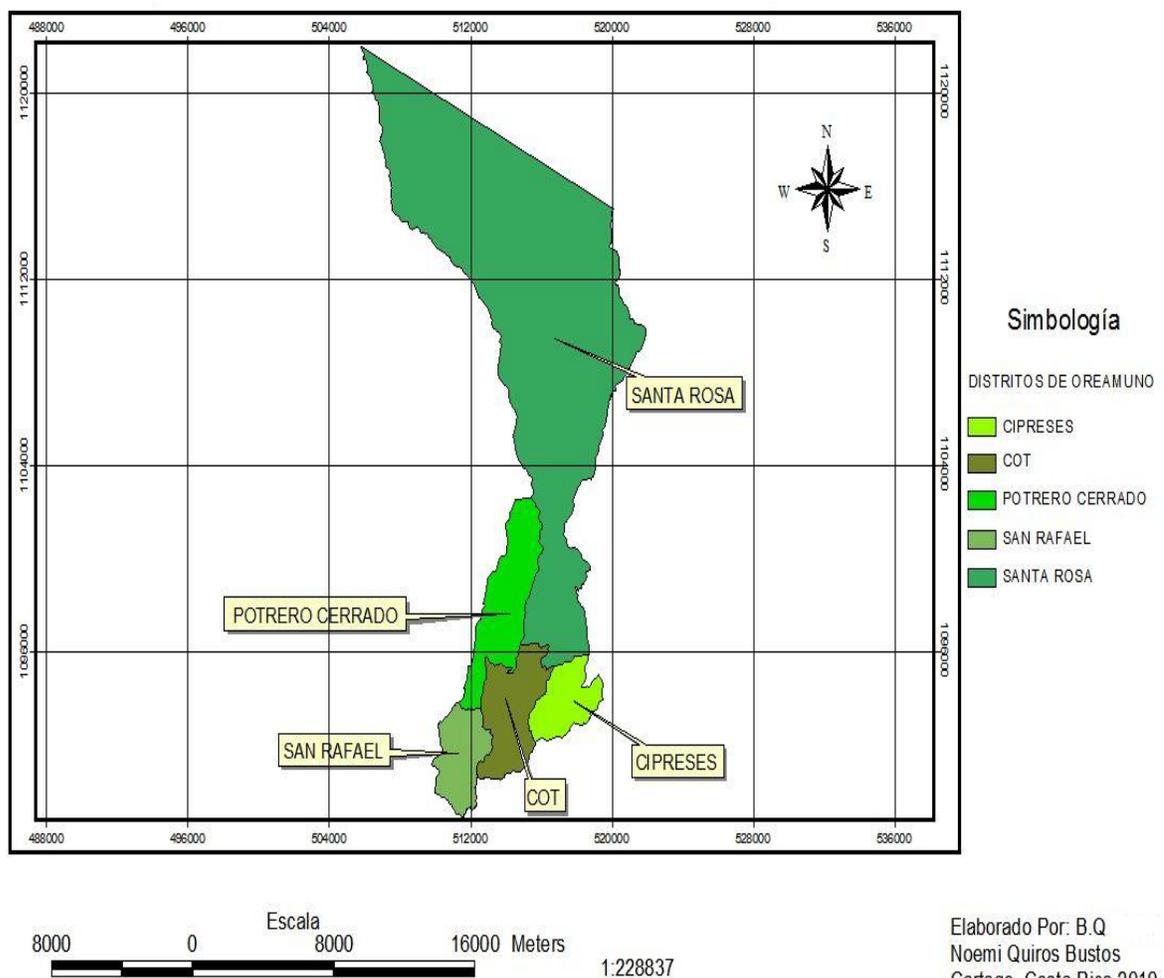


Figura 8. Ubicación de los diversos distritos del Cantón de Oreamuno.

Fuente: Elaboración propia trazado con Atlas de Costa Rica, 2008.

Estos poseen la siguiente distribución:

Cuadro V. Poblados y barrios de Oreamuno.

Distrito	Cabecera de Distrito	Barrios	Poblados
San Rafael	San Rafael	Alto Cerrillos, Artavia, Bosque, parte de Blanco, Flores, José Jesús Méndez, Juan Pablo II, Sagrada familia, Sanabria.	Cuesta Chinchilla, Llano Barreal, Breñas, Caballo Chircagre, Gamboa,
Cot	Cot	-----	Mata de Mora, Paso Ancho, San Cayetano, Páez (una parte).
Cipreses	Cipreses	-----	Barrio Nuevo, Boquerón, Oratorio, Capira, Aguas (parte)
Santa Rosa	Santa Rosa	-----	Cuesta Quemados, Pascua, Platanillal, San Gerardo, San Juan, San Martín, San Pablo, Titoral

Fuente: (Plan de Desarrollo Humano Local del Cantón de Oreamuno, 2009).

Dadas las características propias de cada distrito que compone el cantón, se tiene que todos son rurales a excepción de San Rafael, que es considerado un distrito Urbano. Su extensión territorial puede verse en el siguiente cuadro:

Cuadro VI. Extensión territorial por distrito, para el Cantón de Oreamuno.

San Rafael (km ²)	Cot (km ²)	Potrero Cerrado (km ²)	Cipreses (km ²)	Santa Rosa (km ²)
10,08	15,06	18,72	8,70	149,75

Fuente: (Municipalidad de Oreamuno, 2010).

3.2.3 Datos poblacionales:

Como se observa en la cuadro VII, la población del Cantón rondaba los 40 000 habitantes para el Censo que realizó INEC en el año 2000. Además como se observa en dicho cuadro, la cantidad de hombres y mujeres es semejante, para los primeros el porcentaje de población es de 49,8% mientras que para las segundas es de 50,2%. (Ver cuadro VII)

Cuadro VII. Datos poblacionales del cantón de Oreamuno de acuerdo al distrito y al género.

Distrito	Total	Hombre	Mujer
San Rafael	23 707	11 633	12 074
Cot	7 813	3 967	3 846
Potrero Cerrado	2 023	1 024	999
Cipreses	2 887	1 490	1 397
Santa Rosa	2 602	1 321	1 281
Total de Oreamuno	39 032	19 435	19 597

Fuente: (INEC, 2000).

Como se mencionó anteriormente, de los cinco distritos que conforman Oreamuno solamente San Rafael se considera como urbano y abarca el 60,7% de la población total de Cantón; esto concuerda con los datos de densidad poblacional que se muestran en la figura 9 donde la mayor densidad poblacional se encuentra en este distrito. Además, cabe destacar que Santa Rosa, a pesar de ser el distrito de mayor extensión territorial posee muy la menor población (ver cuadro de VI) y por ende la menor densidad poblacional (ver figura 9), esto se debe a que en este distrito se encuentra el 15% del Parque Braulio Carrillo y además el Volcán Irazú.

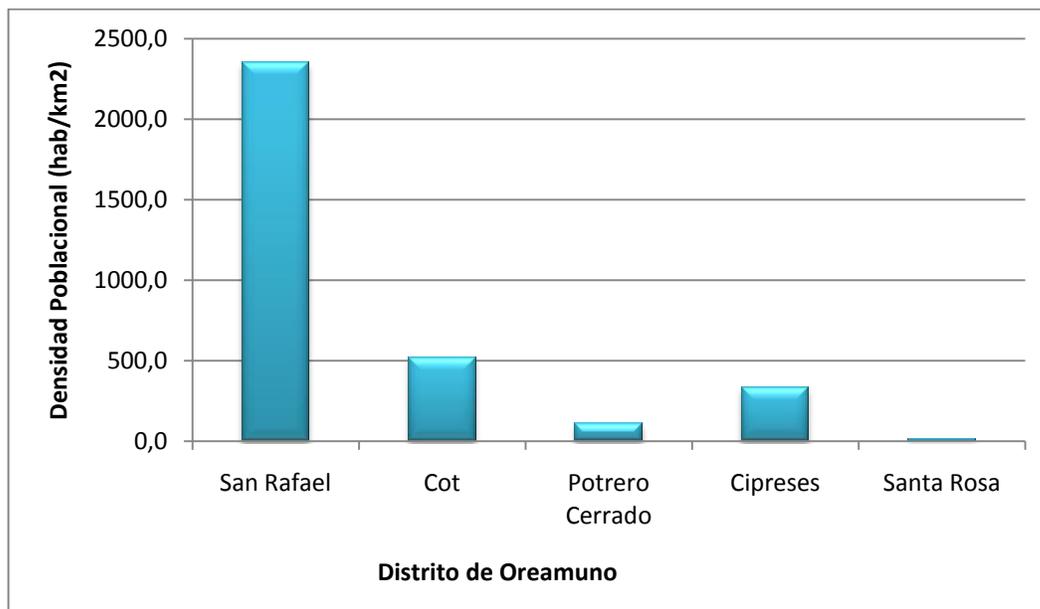


Figura 9. Densidad poblacional de los distritos del Cantón de Oreamuno.

Fuente: Elaboración propia basada en INEC 2000.

3.2.4 Principales Actividades económicas:

Las principales actividades que se desarrollan en el cantón de Oreamuno son la agricultura de hortalizas, la ganadería, lechería, producción de quesos, turismo, entre otros. Entre las principales empresas podemos citar: Inquisa (plaguicidas), Sigma (productos lácteos), Industria Textil, Industria Soldadura, Industria Las Torres, Minivegetales (vegetales empacados), entre otras. (Municipalidad, 2009).

3.2.5 Municipalidad de Oreamuno:

De acuerdo al artículo 169 de la Constitución Política de Costa Rica, la administración de los intereses y servicios locales en cada cantón le corresponde a un ente conocido como Gobierno Municipal, integrado por regidores municipales de elección popular y de un funcionario ejecutivo.

En el cantón de San Rafael se encuentra ubicada la Municipalidad del Cantón, la cual tiene la siguiente estructura organizacional:

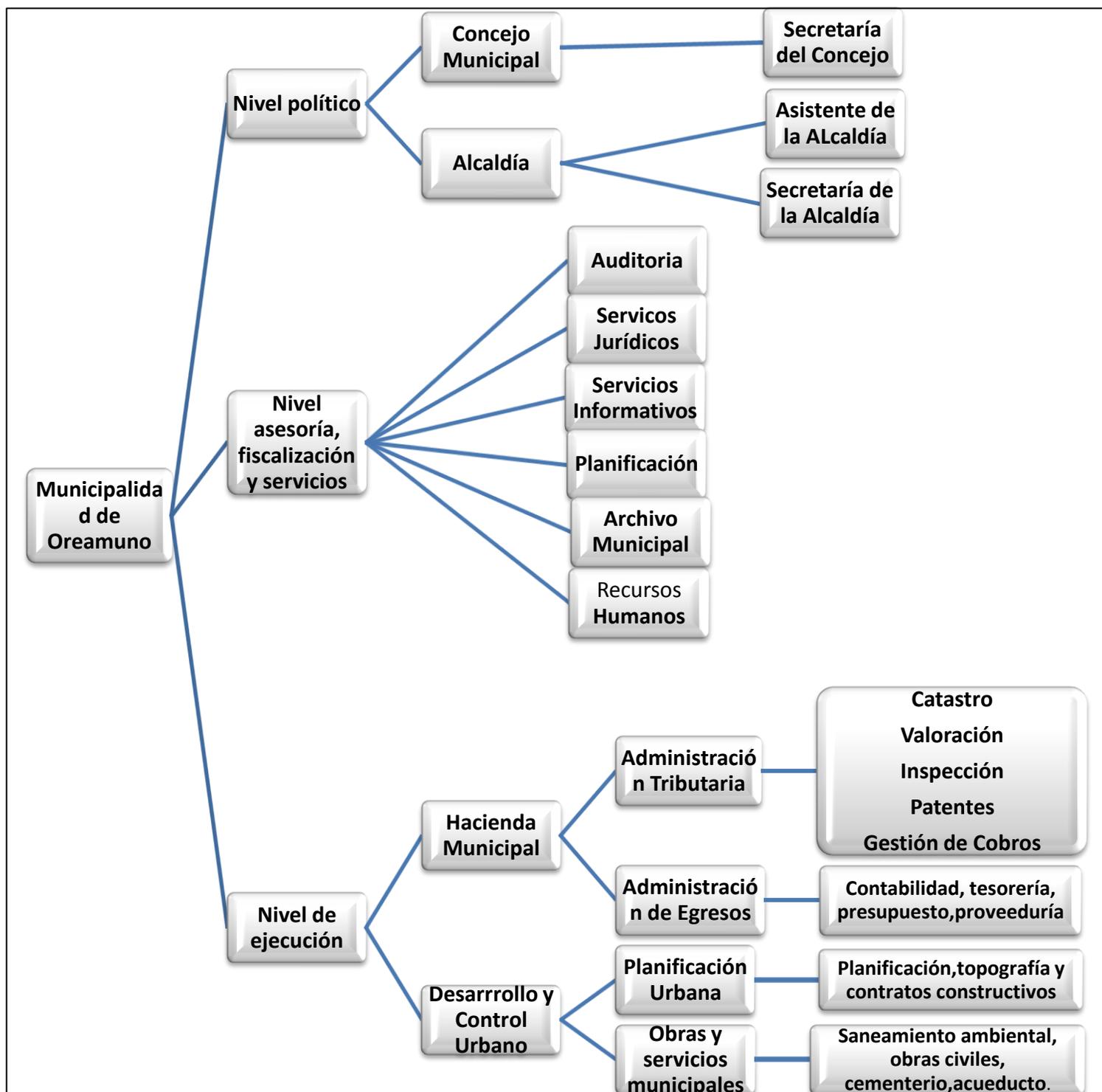


Figura 10. Organigrama de la Municipalidad de Oreamuno de acuerdo a sus diferentes niveles.

Fuente: Elaboración propia basado en datos de la Municipalidad, 2010.

De esta manera como se observa en el organigrama anterior (ver figura 10) la Municipalidad está a cargo de las obras y servicios del cantón, dentro de los que se puede mencionar la GIRS.

3.2.6 Residuos Sólidos en Oreamuno:

Actualmente en Oreamuno se producen alrededor de 230 toneladas semanales de desechos sólidos municipales provenientes de todos los hogares del territorio. La recolección de los mismos está a cargo de doce trabajadores(as) incluyendo un conductor y la única disposición que se ha venido dando es llevarlos al Relleno Sanitario Los Pinos propiedad de la empresa WPP, ubicado en Dulce Nombre de Cartago. Por cada tonelada tratada se cobra 8500 colones, esto implica una factura mensual de aproximadamente 7 820 000 colones, solamente por concepto de disposición final de los Residuos. (Redondo, 2009).

Las tarifas que se cobran actualmente por concepto de recolección de residuos sólidos se pueden ver en el siguiente cuadro:

Cuadro VIII. Tarifas de recolección de Residuos sólidos del cantón de Oreamuno

Tipo	Número de abonados y abonadas	Tarifa mensual (colones)
Domiciliar	4,906	2,380
Comercial	287	5,950

Fuente: Oficina de Contabilidad de la Municipalidad de Oreamuno, 2009.

Estos montos son utilizados para el pago a la empresa WPP, pago de salarios de empleados de la municipalidad, entre otros.

3.2.7 Plan de Manejo de Residuos Sólidos de Oreamuno:

En el cantón se ha detectado la necesidad no solo de disponer adecuadamente de los residuos sólidos que se generan en el Cantón, sino que también sensibilizar a la población, disminuir la cantidad de residuos que se llevan al Relleno Los Pinos y contribuir al mejoramiento del medio ambiente. Es por ello que la Municipalidad en octubre del 2009 presentó un plan de Manejo de Residuos Sólidos Municipales, el cual tiene los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

“Transformar las prácticas en el manejo de los desechos sólidos en el Cantón de Oreamuno, reduciendo al mínimo los desechos que deban de ser depositados en el relleno sanitario con destino final, para lo que se debe de tratar el desecho orgánico buscando recuperar los gases y remover los metales en los lixiviados mediante el uso de métodos químicos y biológicos, además de la recuperación, comercialización y transformación de los desechos reciclables y reutilizables, generando oportunidades a los ciudadanos”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. *“Reculturalizar a la ciudadanía con los conceptos de reusar, reciclar y reducir los desechos sólidos domiciliarios e industriales, iniciando con grupos organizados y centros de educación”.*
2. *“Generar oportunidades para los agricultores y los sectores más vulnerables, utilizando el manejo de los desechos como plataforma para estimular el emprendedurismo”.*
3. *Reglamentar el manejo de los desechos sólidos municipales en el Cantón de Oreamuno.*

4. *Producir con desechos: abono orgánico, láminas para la construcción y productos tales como tapas para posos, parrillas para tragantes, entre otros.*
5. *Disminuir los sedimentos vertidos a la cuenca y mitigar los efectos de las escorrentías en las comunidades.*
6. *Estimular la disminución de la contaminación del recurso hídrico, tanto el subterráneo como el superficial*
7. *Disminuir la facturación del tratamiento de los desechos sólidos en el relleno sanitario tradicional.” (Redondo, 2009).*

Este plan de Manejo inicia con los siguientes actores, los cuales son los encargados de refinar y ejecutar este plan, los cuales se observan en la figura 11:

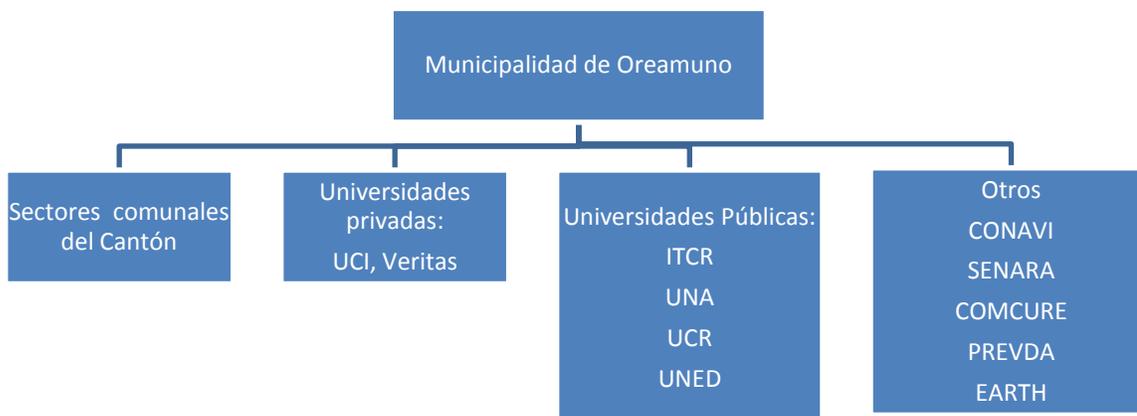


Figura 11. Principales actores involucrados en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos Municipales.

Fuente: Elaboración propia.

El papel de las Universidades públicas y privadas ha sido la asesoría y elaboración de estudios que permitan realizar las acciones requeridas en el plan: Por ejemplo, las universidades públicas mencionadas en la figura 11 están desarrollando actualmente el proyecto llamado “*Optimización de la degradación de basura domiciliar utilizando biorreactores a fin de establecer las condiciones óptimas in situ de remoción de nitrógeno, metales y la carga orgánica en los lixiviados y controlar adecuadamente los gases producidos.*” Con este proyecto se pretende dar un tratamiento a los desechos orgánicos que se generan en el cantón.

Con la participación del PREVDA y la COMCURE y EARTH, se logró contar con una becaria en la Universidad de San Carlos de Guatemala, que funge como coordinadora y enlace de los diferentes actores para estructurar el trabajo de una Unidad de Gestión Ambiental. En la actualidad se trabaja de forma conjunta con el Ingeniero del Acueducto, sobre todo por la amplia relación existente entre el manejo ambiental y la calidad y cantidad del agua para consumo humano. También la Sra. Lillia Sanabria ha colaborado en la gestión ambiental de cantón y al desarrollo del plan.

Entendiendo el sector comunal como las instituciones y organizaciones del cantón, se cuenta con la participación de los centros educativos de cantón, el Comité Cantonal de la Persona Joven y la Unidad Guía y Scout #57, quienes están involucrados en el proceso de capacitación y con campañas de extensión a la comunidad.

Además, la participación del Concejo Municipal es vital, ya que gracias a este se aprobarán las diversas etapas del plan, se firmarán convenios necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados, entre otros.

En la Universidad Veritas y en la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI) se están llevando a cabo un estudio para la elaboración de un centro de acopio a gran escala en el cantón.

Además la participación de la UCI es gracias a este trabajo, mediante el cual se pretende determinar la pre factibilidad técnica de la instalación de una planta para la creación de láminas de Tectán® a partir de residuos de tetra brik en el cantón de Oreamuno, logrando así cumplir parte del objetivo específico 4 del plan de residuos planteado por la Municipalidad y colaborando con una forma de reciclaje de este tipo de envase.

3.3 LOS ENVASES

3.3.1 Historia de los envases

La fabricación de envases ha ido evolucionando desde materiales más simples hasta los más complejos y tecnológicos (Nuñez, 2005).

Los envases son muy utilizados para almacenar, individualizar, transportar diversos productos alimenticios manteniendo la integridad del producto que contienen.

Los envases pueden ser fabricados partir de los siguientes materiales:

- Vidrio: alimentos variados, bebidas, entre otros. Este es uno de los envases

más utilizados a lo largo del mundo como empaque (Nuñez, 2005).

- Latón, aluminio, acero: se utilizan para empaquetar alimentos como el atún, frutas, vegetales, granos, jugos, bebidas gaseosas, entre otros.
- Papel y/o cartón: es un tipo de envase muy utilizado para alimentos y bebidas, así como todo tipo de embalaje.
- Plástico: Entre los tipos de plásticos que más se utilizan para el envase de productos se encuentran los que aparecen en la siguiente figura:



Figura 12. Principales Tipos de plásticos utilizados para envase de productos.

Fuente: Nuñez, 2005.

- Envases multicapas: este es un tipo de envase complejo que mezcla dos o más materiales, de los mencionados anteriormente, en su elaboración, con el fin

de mejorar las cualidades de almacenamiento de productos. Un ejemplo de ello son los envases creados por la empresa Tetra pack, la cual ha usado combinaciones de aluminio, polietileno, papel y cartón para crear los llamados envases tetrabrik.(Nuñez,2005).

La mayoría de estos envases mencionados anteriormente se pueden reciclar o reutilizar, sin embargo, muchos de ellos aún continúan llegando a Rellenos Sanitarios o Botaderos a cielo abierto, por lo que es necesario concientizar a los usuarios de estos envases para que se separen desde la fuente del resto de los desechos sólidos y se pueda recuperar.

3.3.2 Envases Tetra brik

3.3.2.1 Características de los envases tetra brik:

Este es un envase multicapas, el cual es de los más populares para líquidos ya que además de asegurar el buen estado de la mercancía su forma rectangular ('tetra') consigue ahorrar un 40% del espacio con respecto a otros envases y además es muy versátil ya que se puede encontrar en diversos tamaños, formas y tipos de cierre, siendo prácticamente irrompibles. El sufijo 'brik' viene de la palabra inglesa 'brick', que significa 'ladrillo' ó 'sólido'.(Zue, 2007).



Figura 13. Ejemplo de envase tetrabrik.

Fuente: <http://www.ecovida y universo.com>

3.3.2.2 Componentes de los envases tetra brik:

Los principales constituyentes de estos envases son papel, LDPE y aluminio:

a) Papel:

El componente fundamental del papel y el cartón es la celulosa, el cual es un polisacárido cuya estructura se observa en la siguiente figura:

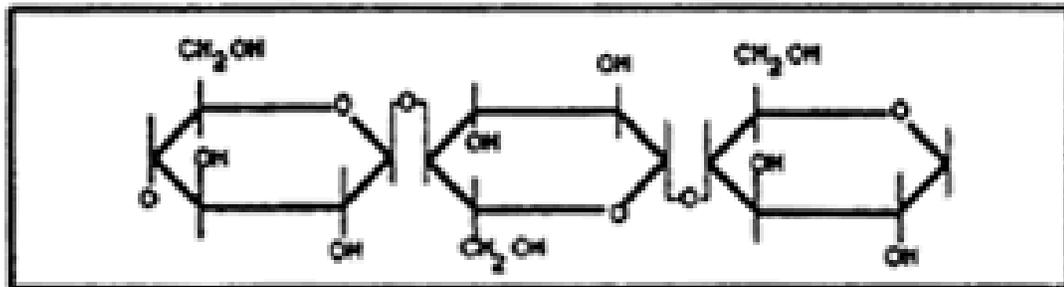


Figura 14. Estructura de la celulosa, principal constituyente del papel.

Fuente: <http://www.dforceblog.com/2009/05/23/el-papel-y-el-carton/>.

Las fibras de celulosa que se utilizan para la fabricación del papel provienen de diferentes fuentes como el algodón y la madera. (Tetrapak, 2007).

Datos de los fabricantes de estos envases indican que el papel que utilizan proviene de árboles de pino originarios de países nórdicos, los cuales reforestan y tiene un gran compromiso ambiental en todas sus actividades. (Tetrapak, 2007)

El papel constituye un 75-80% (ver figura 16) del peso total de un envase tetra brik y se estima que un árbol de 1 m³ proporciona pasta de papel suficiente para fabricar 13 300 envases de litro.

b) Aluminio:

Las bauxitas son minerales que se encuentran en la naturaleza los cuales son ricos en óxidos de aluminio, de los cuales por medio de procesos químicos se extrae el aluminio metálico.

Este metal no reacciona con el oxígeno del aire, es resistente a la corrosión y al ataque de la mayoría de los ácidos. (Greenwood y Earnshaw, 1997).

En los envases tetra brik el aluminio representa solo el 5% del total del peso (ver figura 16) pero es de gran utilidad ya que evita que el contenido del envase reaccione con el oxígeno lo cual se alarga la duración del producto. En este envase se coloca una capa de este metal con espesor de aproximadamente 6,5 micras, la cual también ayuda al almacenamiento seguro a temperatura ambiente de los productos envasados sin necesidad de ser refrigerados. (Tetrapak, 2007).

c) Polietileno de baja densidad (LDPE):

El polietileno (ver figura 16) es un tipo de polímero formado por la unión de muchas cadenas (polimerización) del etileno o eteno, cuya estructura base es -CH₂=CH₂-.

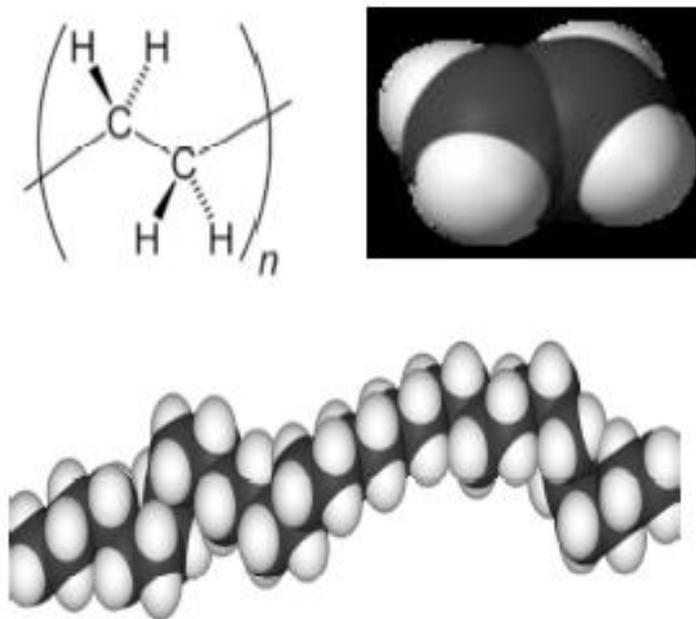


Figura 15. Estructura general del polietileno.

Fuente: <http://www.u-cursos.cl/ingenieria/2008/2/EL57C/1/.../197219>

Los tres tipos de polietileno más usados son el de alta densidad (HDPE), el ramificado de baja densidad (LLPE) y el polietileno de baja densidad (LDPE).

Entre las propiedades del LDPE, se tienen las siguientes:

- Flexible
- Liviano
- Transparente
- Inerte(al contenido)
- Bajo costo

Este es constituyente de los envases tetrabrik que representa el 15-20% del peso del cartón para bebidas (ver figura 16). El polietileno proporciona estanqueidad al contenido líquido y mantiene unidos los diferentes materiales del envase.

Las proporciones en que estos materiales están presentes en este tipo de envase en encuentran en la siguiente figura:

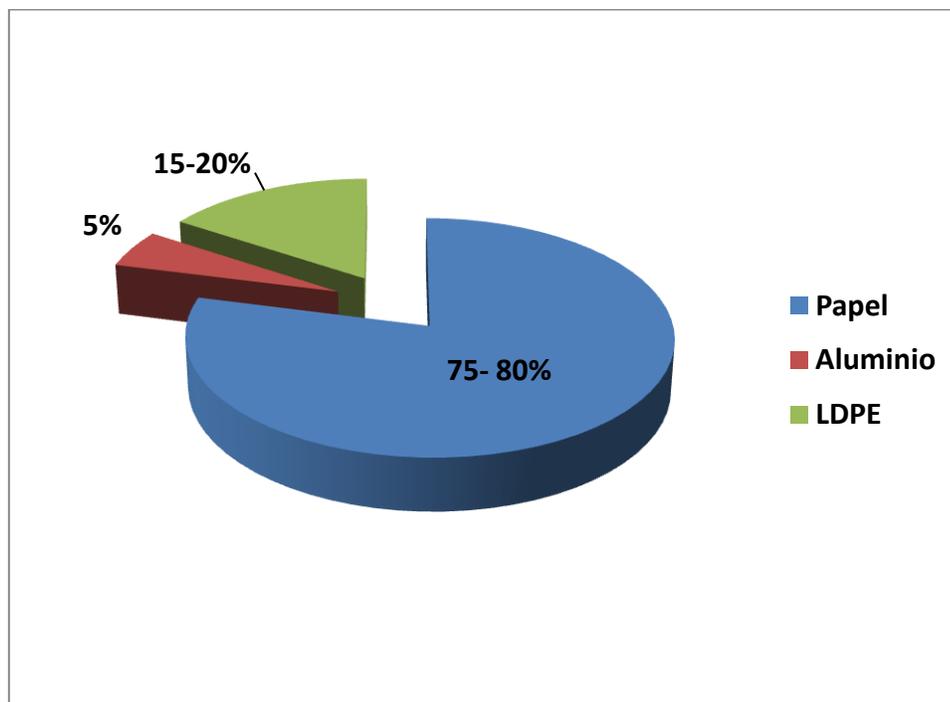


Figura 16. Componentes de los envases tetra brik.

Fuente: Elaboración propia con datos de Tetrapak, 2007.

La distribución de estos componentes puede verse en la siguiente figura, donde se observa como el componente mayoritario es papel, mientras que el aluminio y el LDPE constituye solo un 25% del envase.

Los materiales mencionados anteriormente se colocan en diversas capas en este envase, las cuales se pueden observar en la figura 17:

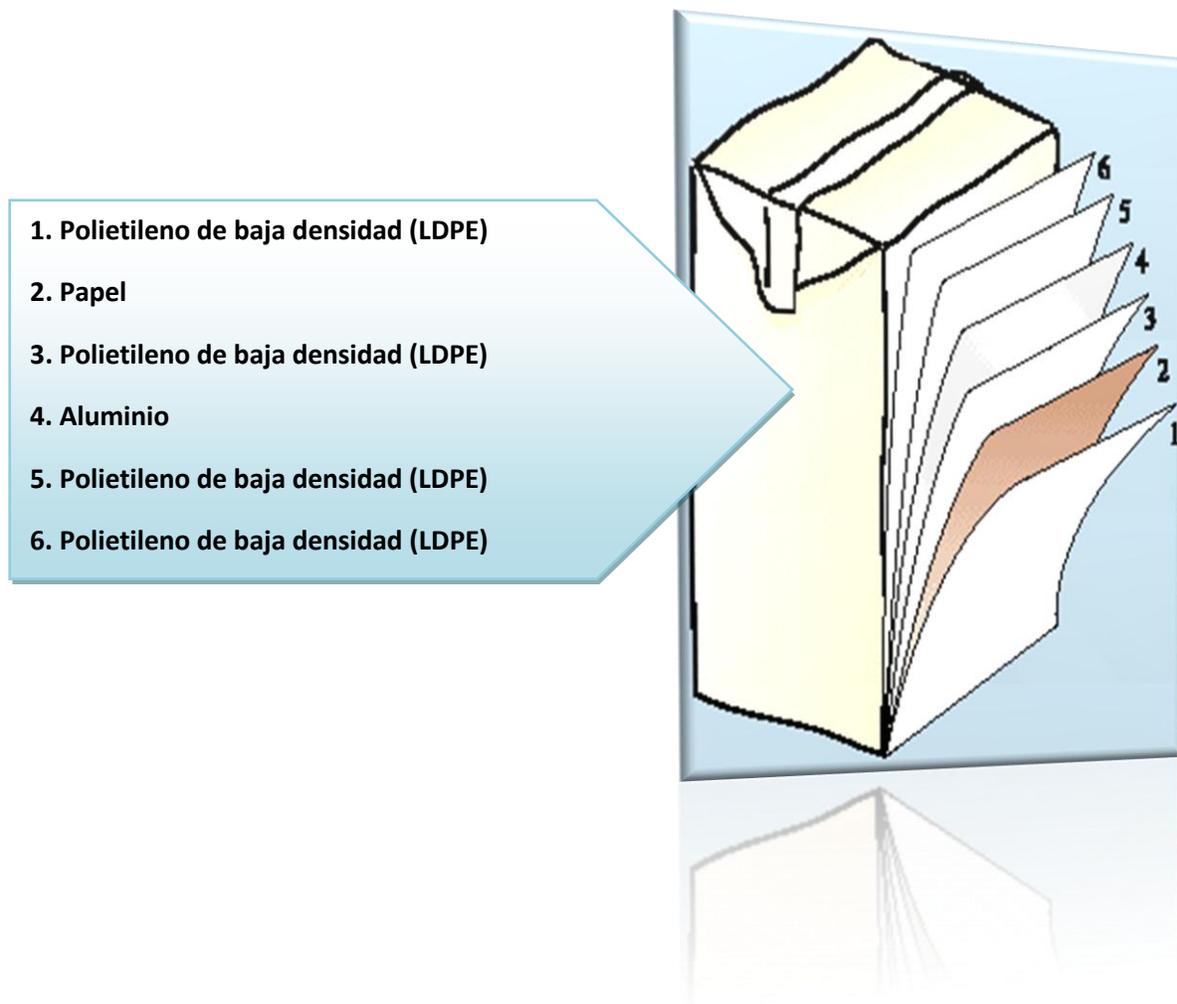


Figura 17. Composición de los envases tetra brik.

Fuente: Tetrapak, 2007.

Cada una de las capas que se agregan a este tipo de envases posee una función específica, la primera capa de Polietileno de baja densidad (LDPE) funciona como protector de la humedad y el polvo exterior, el papel de la segunda capa se utiliza para dar rigidez al envase, el LDPE de la tercera capa actúa como adhesivo, el aluminio protege el producto de la luz, del oxígeno y los microorganismos, y las dos restantes capas de LDPE actúan como adhesivo y para evitar la entrada de contaminantes al producto respectivamente.(Tetra pack, 2007).

3.3.2.3 Tipos de envases tetra brik

Existen diferentes modelos de estos envases de tetra brik (ver figura 18), entre estos cabe destacar (Tetra pack, 2007):

- Tetra clásico: Clásico cartón prismático de cuatro lados.
- Tetra prisma: Envase prismático más estilizado que el anterior y con perímetro de ocho lados.
- Tetra en forma de botella: Tiene el cuerpo de cartón y la tapa plástica y está destinado a productos que necesitan refrigeración.
- Tetra para productos refrigerados: Tiene forma triangular en su parte superior y tapón de rosca de plástico.
- Tetra en forma de bolsa.



Figura 18. Diferentes modelos de envases tetra brik.

Fuente: Tetra pack, 2007.

La esterilización del contenido de estos envases se puede realizar a través del proceso conocido como "Ultra High Temperature" (UHT) el cual consiste en calentar el contenido a 140-150 °C por un periodo de 2-4 segundos para su posterior enfriado de forma rápida. Este proceso sumado a las características propias del envase mantiene su contenido en condiciones óptimas sin necesidad de refrigerarlo, de ahí que el envase que lo denominaron "el avance más importante en la ciencia de alimentos desde los tiempos de Pasteur"; por otro lado el Instituto de Tecnólogos de Alimentos (IFT) en 1989 lo ubicó dentro de las 10 mejores innovaciones en las ciencias alimentarias debido a la seguridad que proporciona a los alimentos.(Tetra pack, 2007).

3.3.2.4 La empresa Tetra pack

La empresa Tetra pack es una transnacional fundada en 1952 en Suecia gracias a la idea del Dr. Rubén Rausing sobre un novedoso envase de leche el cual podía conservar su contenido durante meses sin conservante ni refrigeración. (Justo, 2008)

Tetra pack es una multinacional perteneciente al grupo Tetra Laval - (Tetra pack Internacional), presente en más de 150 países. Los productos de Tetra pack son vendidos en más de 165 mercados las plantas productoras de envases están certificadas con la norma ISO 14001.(Tetra pack, 2007)

El nombre de esta empresa se ha convertido en sinónimo del nombre Tetra brik, por lo cual es común que se les denomine envases Tetra pack.

3.3.2.5 Ciclo de vida de los envases:

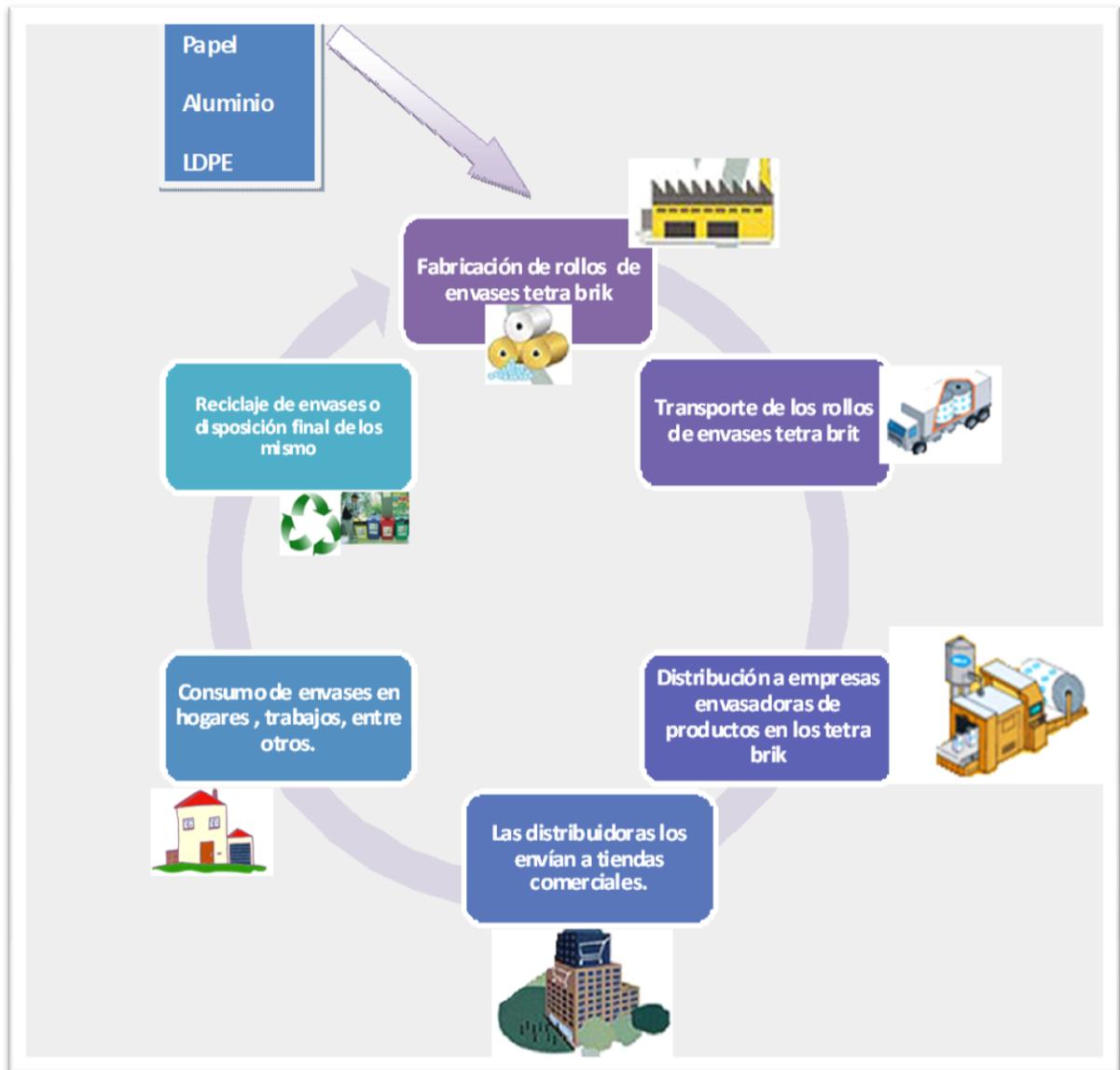


Figura 19. Ciclo de vida de los envases Tetra pack.

Fuente: creación propia basado en Nuñez, 2005.

Como se puede observar en la figura anterior el ciclo de vida para los envases para Tetra Brik, comienza con la inclusión de papel, aluminio y LDPE que son la materia prima necesaria para la elaboración de los envases, esta etapa inicial es llevada a cabo por la empresa Tetra pack, la cual en la siguiente etapa del ciclo

transporta los envases hasta diversas empresas que los utilizan para contener sus productos. De ahí estos pasan a lugares comerciales donde llegan a manos de los consumidores. Luego de esto, lo ideal es que se siga el ciclo de vida como aparece en la figura 19, sin embargo muchas veces esto no sucede debido a la falta de sensibilización de los usuarios, los cuales no separan los envases ni los entregan para su posterior reciclaje, por lo que el ciclo puede variar de forma negativa al sustituir los dos últimos pasos en uno donde estos envases terminan en un relleno sanitario o botadero a cielo abierto.

Todas estas etapas del ciclo de vida del tetra brik implican gastos en energía, emisiones de gases de efecto invernadero, consumo de agua, combustibles, entre otros.

Por mucho tiempo se ha criticado a este tipo de envase por no ser retornable, sin embargo como se mencionó en su ciclo de vida este se puede reciclar de varias maneras que se indican más adelante. El reciclaje de este trae muchos aspectos positivos como el ahorro de agua, electricidad, combustible y demás. (ver figura 20)

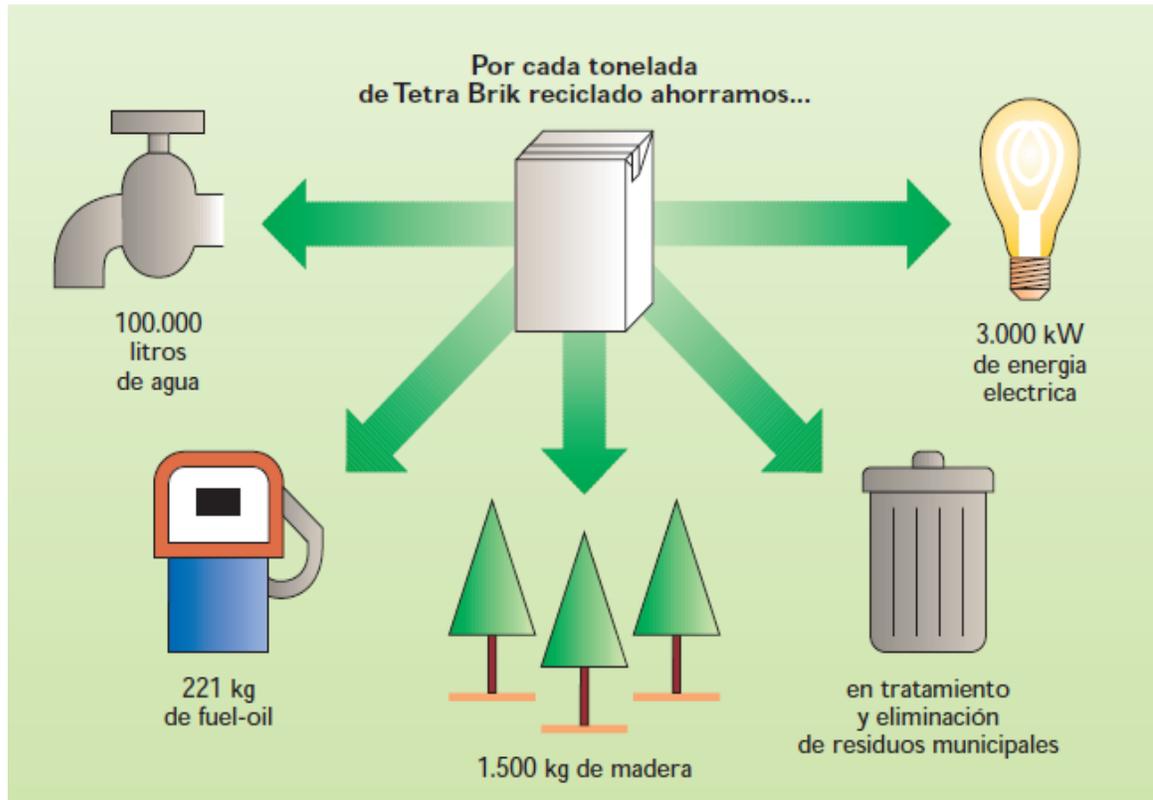


Figura 20. Oportunidad de ahorro al reciclar los envases tetra brik.

Fuente: Tetra pack, 2007.

Por ejemplo se tiene que por cada tonelada de tetra brik reciclado, se logra recuperar 750 kg de papel que equivalen a 1500 kg de madera y otros insumos, que se observan en la figura anterior.

3.3.2.6 Métodos para el Reciclaje de los envases tetra brik:

a) Hidropulpeo:

En esta opción de reciclaje se recupera el papel de los envases por medio del método conocido como **hidropulpeo** o extracción de pulpa de papel, el cual se

utiliza para la producción de papeles y cartones.

Este consiste en colocar manualmente los envases en un equipo conocido como “pulper” (ver figura 21 abajo) en el cual se agrega agua a temperatura ambiente con una relación de 5% envases y 95% agua; después de 25 minutos la fracción del 70-80% de papel que conforma el envase se separa del plástico y aluminio que componen el envase. (Ver figura 21).

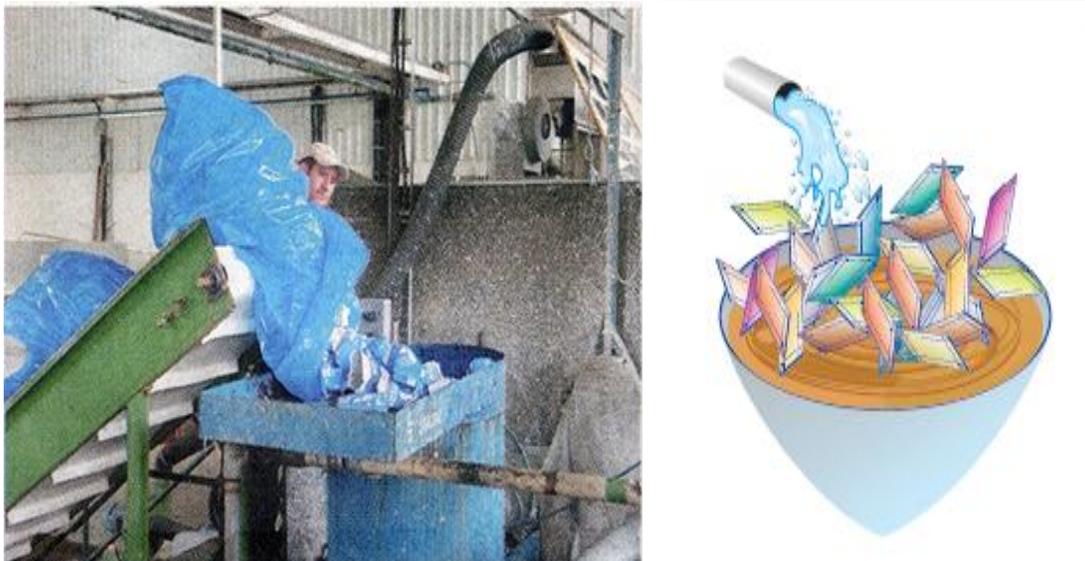


Figura 21. Sistema de hidropulpeo.

Fuente: Fonseca, 2008.

Este proceso de separación del papel no requiere el uso de ningún aditivo ni variaciones en la temperatura. Durante el proceso la fibra pasa por una placa perforadora que impide el paso del polietileno y el aluminio. Las fibras de papel recuperadas pasan por un posterior proceso de lavado, purificación y secado, con lo cual se pueden utilizar posteriormente para producir diversos productos de papel reciclado.(Nuñez, 2005)

La restante fracción de plástico/aluminio puede ser sometida a procesos de secado, trituración, extrusión e inyección, para su posterior uso en producción de piezas como cepillos, basureros, entre otros. (Justo, 2008).

b) Recuperación de Aluminio por el método del plasma:

Luego que se ha separado el papel del plástico y del aluminio del envase, se puede obtener el aluminio por medio del método que consiste en colocar la mezcla aluminio-polietileno en un reactor donde se aplica un gas ionizado de argón (plasma de argón) a elevadas temperaturas, por medio del cual se calienta la mezcla de plástico y aluminio a través de una antorcha de plasma a 15 000°C en una atmósfera sin oxígeno (de manera de preservar la calidad del aluminio) para generar el aluminio sólido. El aluminio que se obtiene en este proceso es de alta pureza y puede ser reutilizado en el proceso de fabricación de los envases. (Nuñez, 2005).

c) Aprovechamiento por termo-compresión para producción de madera sintética y tejas

El proceso inicia con la trituración de envases tetra brik que permite obtener un granulado. Luego este se calienta y se coloca sobre una plancha. Posteriormente es aplastado por una prensa provocando que el polietileno se funda y una todos los componentes del tetra brik. El resultado es una placa de un producto compacto y comparable a los aglomerados de madera. La ventaja de este producto no requiere de aditivos químicos. La siguiente figura ilustra la forma de las láminas de aglomerado formadas:



Figura 22. Lámina de aglomerado de TECTÁN® terminada.

Fuente: Boletín de Reciclaje de Dos Pinos, 2008.

3.4 Tectán®

3.4.1 Definición de Tectán®:

La madera sintética obtenida de los residuos de los envases Tetra pack, se denomina Tectán® (ver figura 22), por ser el más conocido de todos los diferentes nombres que recibe en diferentes partes del mundo (Chiptek, Maplar, entre otros); su producción está muy difundida en Europa (Zue, 2007).

3.4.2 Usos del TECTÁN®:

El Tectán® Los artículos que se pueden fabricar con estas planchas son variados tales como: separadores de ambiente, muebles de oficina, de hogar, entre otros. (ver figura 23).



Figura 23. Ejemplos de artículos elaborados a partir de Tetra Brik.

Fuente: Zue, 2007.

3.4.3 Aprovechamiento de Tectán® en diversos países

El uso del Tectán® es amplio en Europa (ver cuadro IX), en especial en países como Alemania y otros donde ha sido la empresa Tetra pack la que ha impulsado la fabricación de este sustituto de la madera.(Zue, 2007).

Cuadro IX. Organizaciones empresariales para el fomento del reciclado de envases en Europa.

País	Nombre	Comienzo
Alemania	Duales System Deutschland-DSD (MM) www.gruener-punkt.de	1990
Austria	Ara (MM) Okobox GmbH (C)	1991
Bélgica	Fost Plus (MM)	1994
España	EcoEmbalajes España (MM) www.ecoembes.com	1998
Finlandia	Suomen NP- Kierratys Oy (C)	1995
Francia	Eco-Emballages (MM) www.ecoemballages.fr	1992
Irlanda	Repak (MM)	1997
Italia	Conai (MM)	1997
Noruega	Norsk Returkartong (C)	1994
Países Bajos	Hedra Foundation (C)	1994
Portugal	Sociedade Ponto Verde (MM) www.pontoverde.pt	1997
Reino Unido	Valpak (MM)	1997
Nota: (C)=cartones para bebidas, (MM)= multimaterial		

Fuente: (Zue, 2007).

3.4.4 Tectán® en Costa Rica

En Costa Rica la empresa Dos Pinos, que envasa sus productos lácteos en envases tetra brik, posee una planta para la fabricación de estas láminas, en la cual se realizan los aglomerado en forma de láminas, que sirve como material de construcción y puede ser sustituto de la melamina o el fibrocemento, y utilizarse para la fabricación de muebles. Además se pueden fabricar tejas para techos, utilizando la lámina corrugada. (Ver figura 24)

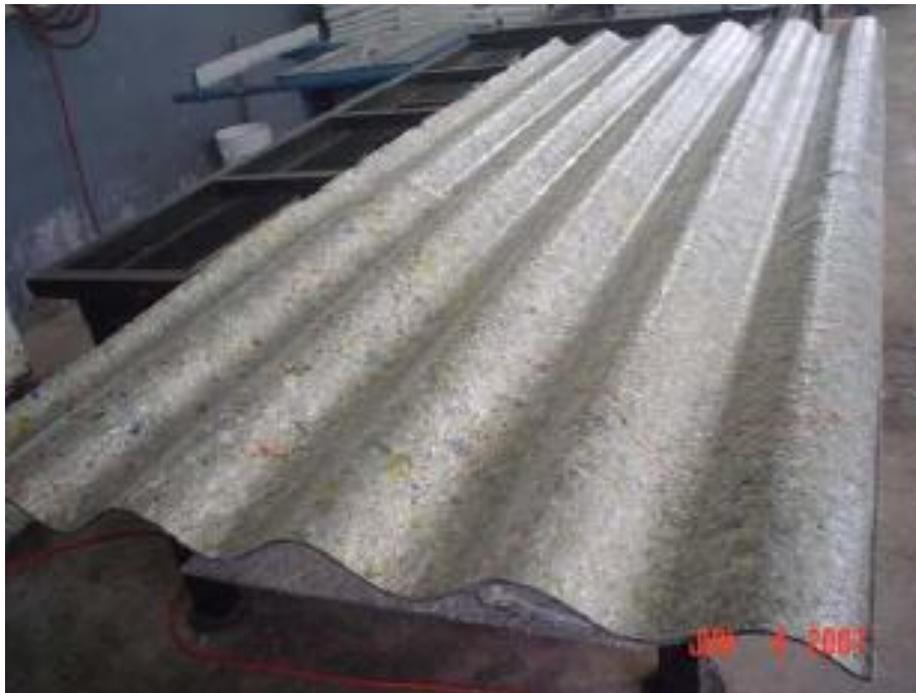


Figura 24. Tejas fabricadas con residuos de tetra brik.

Fuente: Boletín de Reciclaje de Dos Pinos, 2008.

El Programa de Reciclaje de la Dos Pinos en el año 2005 durante el cual se recicló principalmente envases generados en forma post-industrial. El reciclaje de

envases post consumo inició en enero del 2007, a través del un plan piloto. (Fonseca, 2008).

Alrededor de 102 entidades, entre escuelas, municipalidades, casas de habitación, empresas privadas y estatales, entre otros, envían los residuos de envases tetra brik a la Dos Pinos, sin embargo esta empresa solamente comercializa estos productos con los socios de la empresa y lleva a cabo la fabricación de pupitres, en convenio con el Ministerio de Educación Pública. En agosto del 2008 se mencionaba en el periódico la Nación (Fonseca, 2008) que esta empresa recupera y recicla mensualmente 28 toneladas del tetra brik pero la planta tiene una capacidad de reciclar 60 toneladas mensuales de estos envases. Sin embargo mucho de estos envases aún continúan sin tratamiento y son llevados a botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios.

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Investigación:

El presente trabajo de investigación está basado en la realización de un estudio de pre factibilidad técnica para la instalación de una planta de reciclaje de envases tetra brik, con la finalidad de producir láminas de Tectán® en el cantón de Oreamuno, con lo cual se propone reciclar este material para colaborar con el medio ambiente, dar alternativas novedosas de tratamiento a los residuos sólidos y además generar fuentes de trabajo en el cantón.

Los objetivos que se plantearon en este trabajo, para llevar a cabo el estudio de pre-factibilidad técnica para la elaboración de artículos construidos a partir de residuos de Tetra pack se abordaron siguiendo el tipo de **investigación mixta**, se recopiló y trató los datos de forma conjunta con los obtenidos a nivel de campo, con lo cual se pretende complementar dicha investigación.

4.2 Identificación de procesos asociados a la producción de Tectán®

Para lograr identificar los procesos asociados al uso y fabricación del TECTÁN® (láminas creadas a partir de residuos de tetra brik) y su posibilidad de que el mismo sea producido en Oreamuno se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

4.2.1 Entrevistas:

Se llevaron a cabo entrevistas con las siguientes personas:

- El Señor Marco Vinicio Redondo, Alcalde de la Municipalidad de

Oreamuno, el cual dio las pautas del Plan de Manejo de los Residuos Sólidos que se quiere implementar en el cantón, y, del cual forma parte este proyecto. Este indicó el lugar donde se colocará la planta de fabricación de Tectán®, así como toda la logística que se quiere desarrollar desde el momento de la generación final de los residuos hasta su posterior tratamiento, aprovechamiento y disposición final.

- La señora Lilia Sanabria, funcionaria de la Municipalidad de Oreamuno, la cual facilitó todos los documentos de la Municipalidad que se requirieran para el estudio: por ejemplo facturas del programa "ambientados", planos del lugar donde se colocará la planta de formación de Tectán®, Organigrama de la Municipalidad, listado de patentados de la Municipalidad, entre otros.
- El señor Guillermo Pugliese, Gerente Ambiental de la empresa Tetra pack, S.A. Sede América Central y el Caribe, ubicada en Panamá. La comunicación se llevó a cabo vía correo electrónico con la finalidad de determinar la cantidad de materia prima de envases que entra al país, proveniente de dicha empresa. Además se conversaron detalles del proceso de producción de envases multicapas.
- También vía telefónica se entrevistó al señor Miguel Antonio Rodríguez, Gestor ambiental de la empresa Dos Pinos, con el cual se pretendió conocer la planta que ellos tienen para la elaboración de Tectán®, sin embargo la colaboración fue limitada por razones de confidencialidad de la empresa.

4.2.2 Búsqueda bibliográfica:

Dado que actualmente en el país no se cuentan con fábricas de este tipo, a excepción de la ubicada en la empresa Dos Pinos (la cual es de acceso restringido) todas las pruebas y procesos que se muestran se realizaron con base en una búsqueda bibliográfica. Se llevó a cabo una búsqueda y recopilación de información del proceso de producción de Tectán® en:

- Bases de datos de alta confiabilidad, pertenecientes a universidades públicas y privadas. Entre estos cabe destacar el Repositorio del ITCR, de la UCR y de la UCI; EBSCOhost Web, ProQuest y SpringerLink.
- Se realizó una búsqueda en internet, en páginas de universidades o de catálogos de revista científicas en línea. Para ello también se utilizó el buscador “Scholar Google”, el cual refiere a páginas científicas de interés. También se consultó las bases de datos de “Dialnet” y “Scielo” que incluyen revistas electrónicas.
- Revistas, tesis de grado y postgrado (cabe destacar que solo se obtuvieron resultados de este tipo a nivel internacional; por ejemplo Inche, 2007 pero en Costa Rica no se encontró información al respecto en tesis).
- Se buscaron trabajos de investigación que se hayan hecho respecto del reciclaje de tetra brik, solamente se encontró uno de interés el cual se está desarrollando actualmente el ITCR, el cual se denomina “*Desarrollo y caracterización de tableros prensados a partir de residuos lignocelulósicos de madera, piña y palma, combinados con empaque reciclado de Tetra Brik*”.

4.2.3 Análisis de Datos:

Se articuló la información que se recopiló en las distintas fuentes bibliográficas, bases de datos entre otros, con la que se encontró en las diversas entrevistas realizadas, todo esto para determinar y adaptar los procesos que se relacionan con la fabricación del Tectán® al cantón de Oreamuno.

En la siguiente figura se muestra un resumen del procedimiento que se siguió:



Figura 25. Metodología seguida para la búsqueda de los procesos asociados a la producción de láminas de Tectán®.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Establecimiento de la disponibilidad del uso de materiales residuales de tetra brik en el cantón de Oreamuno:

Para establecer la cantidad de envases tetra brik usados que se pueden tener como materia prima en la fabricación de láminas de tetra brik, se siguió el siguiente procedimiento:

- Se realizó una investigación bibliográfica y entrevistas para determinar la cantidad de envases que son importados al país provenientes de la empresa Tetra pack.
- Se utilizaron los datos de la campaña de reciclaje de tetra brik que se lleva a cabo en Oreamuno (La campaña Ambientados), para tener un dato aproximado de la cantidad que se ha recuperado de tetra brik mensualmente en el cantón.
- Se realizó una encuesta a los comercios del cantón de Oreamuno para determinar la cantidad de envases tetra brik que venden en sus establecimientos, con el fin de determinar la cantidad de envases Tetra pack que se encuentran en el cantón.

4.3.1 Encuesta a comercios de Oreamuno:

4.3.1.1 Diseño del cuestionario:

Lo primero que se hizo fue diseñar una encuesta con preguntas sencillas que permitieran captar información de una manera objetiva y que respondieran al objetivo de determinar un aproximado de la cantidad de envases tetra brik que se comercializan en el cantón, así como su disponibilidad de participar en campañas de reciclaje para recuperar este tipo de envases. (Ver encuesta en anexo 3).

Esta se estructuró de forma lógica y ordenada, con preguntas de tipo cerrada (marque con x). Además se hizo de tal manera que se pudiera responder en forma rápida para no tener problemas de rechazo por parte de los encuestados.

4.3.1.2 Diseño muestral y tamaño de muestra

Estudiar a toda la población, que sería la manera más exacta de conocer lo que se pretende estudiar, es casi imposible en la práctica. Entre los motivos que lo impiden se encuentran la falta de tiempo, la escasez de recursos humanos y económicos, la dificultad para acceder a todos los sujetos, entre otros., por lo que se estudia sólo a una parte de ellos, para, posteriormente, generalizar o inferir los resultados obtenidos a toda la población. (Fuentelsaz, 2004)

Así, lo primero que se hizo fue determinar el tamaño de la muestra, para lo cual se determinó el tamaño total de la población, que se va a definir como **N**. Para ello se utilizó la base de datos de patentes de la municipalidad de Oreamuno, de las cuales se seleccionó aquellos que comercialicen productos en envases tetra brik.

Los negocios que se tomaron en cuenta son: pulperías, supermercados, restaurantes, cafeterías, sodas, panaderías y bares. De esta forma se estimó un **N de 294**, distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro X. Negocios que comercializan tetra brik en Oreamuno

Negocios que venden tetra brik	Cantidad	Porcentaje (%)
Bares	35	12
Supermercados	11	4
Pulperías	169	57
Restaurantes	16	5
Sodas	43	15
Panaderías	20	7
Total	294	100

Fuente: Datos de la Municipalidad de Oreamuno, 2009.

Se realizó una prueba piloto para determinar el intervalo de confianza de las proporciones (IC), donde se encuestó el 5% de los negocios (de acuerdo a Fuentelsaz, 2004), para un total de 15 negocios. Estos se escogieron de tal manera que la mitad de los encuestados fueran pulperías y la mitad los otros negocios, dado que las pulperías constituyen el 57% de los negocios del Cantón que venden tetra brik. Además se realizó de forma que se tomara en cuenta al menos dos negocios por cada distrito.

La premisa era ver si estos vendían de 100 a 1000 envases de tetra brik y si estos estarían de acuerdo en participar en campañas de reciclaje que realice la municipalidad. Del total de 15 negocios de la prueba piloto, 12 cumplieron con la premisa de vender entre 100 a 1000 envases de tetrabrik mensuales y todos estarían de acuerdo en participar en campañas de reciclaje.

Así, el IC se puede calcular de la siguiente forma:

$$IC_{p95\%} = p \pm 1.96 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (1)$$

Donde:

n : número de elementos observados=15

x : número de elementos que cumplen la condición.=10

P : proporción de elementos que cumplen la condición =0,67

$$p = \frac{x}{n}$$

Se obtiene el siguiente resultado:

$$IC=0,8 \pm 0,2$$

Así, el máximo error tolerable, conocido como “e” equivale a 0,23.

Y, con estos datos podemos estimar el tamaño de la muestra, “n”, de acuerdo con la fórmula 2:

$$n = \frac{1.96^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2} \quad (2)$$

Donde sustituyendo $p=0,8$ y $e=0,2$ se obtiene un resultado de:

$$n=16$$

Este valor de “n” representa la cantidad de negocios que se entrevistaron.

4.3.1.3 Levantamiento de la encuesta

Se realizó un muestreo aleatorio, considerando un 50% de la muestra entre dependientes de pulperías y el restante 50% entre los dueños de los negocios.

Además se realizó de forma que se tomara en cuenta al menos dos negocios por cada distrito.

4.3.1.4 Procesamiento de la información

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó Excel y SPSS.

4.1.1 Encuesta de opinión a la población de Oreamuno:

4.1.1.1 Diseño del cuestionario:

Lo primero que se hizo fue diseñar una encuesta con preguntas sencillas que permitieran captar información de una manera objetiva y que respondieran al objetivo de establecer la disposición de la población de participar en campañas de recuperación de envases Tetra pack. (Ver encuesta en anexo 2).

Esta se estructuró de forma lógica y ordenada, con preguntas de tipo cerrada (marque con x). Además se hizo de tal manera que se pudiera responder en forma rápida para no tener problemas de rechazo por parte de los encuestados.

4.1.1.2 Diseño muestral y tamaño de muestra

Así, lo primero que se hizo fue determinar el tamaño de la muestra, para lo cual se determinó el tamaño total de la población, que se va a definir como **N**. La población la vamos a definir con base en el número de viviendas que haya en Oreamuno, ya que es por hogares que se recogen los residuos sólidos en el cantón. Para determinar el número de viviendas del cantón, se utilizó los datos del Censo de INEC, 2000, existen alrededor de 8513 viviendas, al suponer que se va a entrevistar a una persona por vivienda. Esto nos da un **N** de **8513**.

Se realizó una prueba piloto para determinar el intervalo de confianza de las proporciones (**IC**), donde se realizaron 20 encuestas entre zona rural y urbana (de acuerdo a Fuentelsaz, 2004) de la siguiente manera:

El 50% de las encuestas se realizaron en la población de San Rafael y el restante 50% en distritos rurales. Además, la diferencia de género es del 50%, es decir aproximadamente la mitad de la población es mujer y la otra mitad hombre.

Tomando en cuenta los datos anteriores, para la prueba piloto se realizó de la siguiente manera: 10 encuestas en el distrito de San Rafael (5 mujeres y 5 hombres) y 5 encuestas en los distritos rurales (5 mujeres y 5 hombres) y al menos 1 encuesta por distrito rural.

La premisa era ver si estos estarían de acuerdo en participar en campañas de reciclaje que realice la municipalidad. Del total de 20 encuestados de la prueba piloto, 18 cumplieron con la premisa de estar de acuerdo en participar en campañas de reciclaje.

Así, el IC se puede calcular siguiendo la fórmula 1, donde

n : número de elementos observados=20

x : número de elementos que cumplen la condición.=18

P : proporción de elementos que cumplen la condición =0,90

$$p = \frac{x}{n}$$

Se obtiene el siguiente resultado:

IC=0,9±0,13

Así, el máximo error tolerable, conocido como “e” equivale a 0,13.

Debido a que el valor de p es cercano a 1, se puede calcular el tamaño de la muestra como el 1% del total (Fuentelsaz, 2004), por lo que se obtiene un número de encuestados $n=85$.

4.1.1.3 Levantamiento de la encuesta

Se realizó 85 encuestas, usando el tipo de muestreo aleatorio, solamente tomando como dato que el 50% de los encuestados fueran hombres y el otro 50% mujeres, de forma aleatoria y considerando 43 encuestas en San Rafael y 42 en los restantes distritos rurales.

4.1.1.4 Procesamiento de la información

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizaron programas como Excel para la introducción y digitalización de los datos obtenidos en la encuesta y el programa SPSS para el análisis de los resultados obtenidos, los cuales permitan obtener datos rigurosos y satisfactorios.

5. DESARROLLO (RESULTADOS)

5.1 Diseño de la planta de Reciclaje

5.1.1 Procesos asociados a la fabricación del Tectán®:

El Tectán®, es uno de los nombres que reciben las láminas de construcción fabricadas a partir de desechos de envases de tetra brik, las cuales se utilizarían en la fabricación de muebles de hogar, oficina, casas para perro, entre otros.

Para la fabricación de estas láminas, el proceso que se debe llevar a cabo, consta de las siguientes etapas (Tetra pack, 2007).

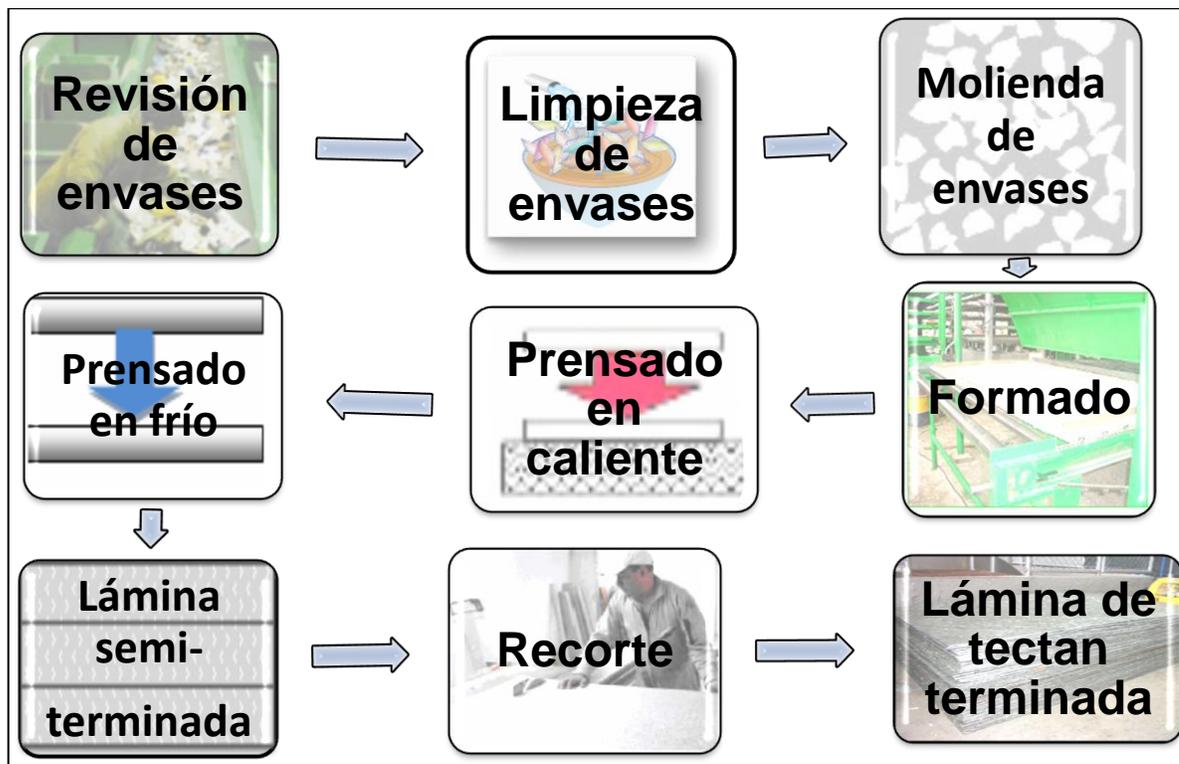


Figura 26. Etapas de la fabricación de láminas de residuos de tetra brik.

Fuente: Elaboración propia con datos de Fonseca, 2008.

Cada proceso lleva un procedimiento a seguir:

5.1.2 Revisión de los envases:

Se realiza en forma manual, escogiendo los envases de tetra brik a utilizar. Con esto se clasifica el material en forma definitiva y por otra parte se eliminan las impurezas gruesas del material, tal como residuos de alimentos, entre otros.

Los envases que ingresen a la planta de fabricación de TECTÁN® deberán ser revisados y seleccionados de acuerdo a lo siguiente (basado en experiencia de Tetra pack, 2007):

- **Presencia elevada de líquidos:** no es posible recibir envases de tetra brik que tengan una cantidad de restos de líquidos muy grande, ya que esto haría que posteriormente requieran de cantidades de agua superiores a las que se tienen, dificultando así la fabricación de las láminas. Se debe evaluar la posibilidad de eliminar de forma manual el líquido o desechar el envase.

- **Objetos extraños:** estos van desde materia orgánica presente dentro de los envases en grandes cantidades hasta mezclas con otras sustancias como metales, cuerpos extraños, residuos de alimentos, entre otros. A la hora de la revisión se debe de decidir si es factible la eliminación de estas sustancias o si es mejor su eliminación.

5.1.3 Limpieza de los envases:

Esta limpieza se lleva a cabo en dos pasos: Un lavado que permite desprender las sustancias que todavía se encuentren adheridas al envase y el proceso de secado tiene por objeto reducir el contenido de agua.

5.1.4 Molienda de los envases:

La molienda se puede realizar por medio de trabajo mecánico, donde por medio de procesos de compresión y corte se formen fragmentos de un tamaño 1-5 mm, siendo lo ideal tamaños de 3 mm.

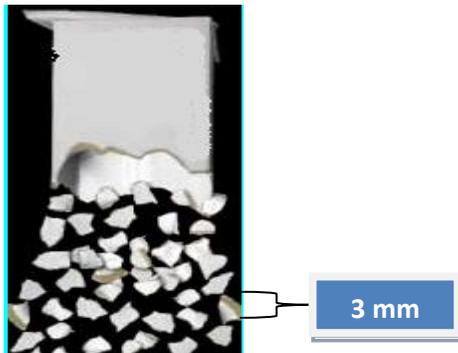


Figura 27. Ejemplo de molienda de los envases.

Fuente: tetrapak, 2007.

5.1.5 Formado

El material triturado se extiende sobre una plancha, en una capa del espesor deseado. El espesor estándar es de 1 cm.

5.1.6 Prensado en Caliente

El material formado se comprime a una temperatura entre 160-180 °C. En esta etapa el calor funde el contenido de polietileno de baja densidad que une todos los componentes que conforman este envase, quedando una lámina que no requiere de aditivos químicos en su elaboración. El tiempo de prensado afecta el grosor de la lámina, por lo que lo recomendable es que para láminas de 1cm de espesor, se dure aproximadamente 10 minutos a una presión de 12 kg/cm²; sin embargo este tiempo va a depender de las características propias de la prensa que se tenga. (Inche, 2004).

5.1.7Prensado en frío o enfriamiento:

Se puede utilizar un equipo de prensado a una temperatura de 6 a 7 °C, donde al estar a esta temperatura la lámina adquiere su forma final. Se recomienda el prensado en frío por un tiempo de 10 minutos a una presión de 12 kg/cm². Al terminar este proceso se debe dejar que la lámina llegue a temperatura ambiente para su posterior corte. La superficie de esta lámina adquiere una apariencia brillante y es impermeable, lo que la hace ser un material competitivo. (Inche, 2004).

5.1.8 Recorte:

Una vez formadas las láminas, se procede a su corte, para su posterior almacenamiento. Existen varias dimensiones, por ejemplo es común la comercialización en láminas de 1,22 x 2,44 x 0,01m y/o tamaños semejantes.

5.2 Inventario de Equipos

Para la realización de estas láminas se requiere del siguiente equipo:

a) Trituradora:

Esta se necesita para la etapa de molienda de los envases tetra brik. El cuerpo de la maquinaria está fabricado en hierro y acero reforzado.



Figura 28. Ejemplo de trituradora necesaria para el proceso de molienda de los envases tetra brik.

Fuente: Inche *et al*, 2007.

Su motor, con cuchillas de acero, se encuentra protegido contra partículas de polvo, puede triturar toda clase de materiales de tetra brik.

b) Prensa Hidráulica en caliente y prensa en frío:

Un ejemplo de prensa hidráulica necesaria para el proceso de prensado en caliente y frío se muestra en la figura 29.



Figura 29. Ejemplo de prensa hidráulica necesaria para el prensado en caliente y en frío.

Fuente: (Inche et al, 2007).

La prensa hidráulica debe de cumplir los siguientes requisitos:

El prensado se efectúa en caliente para las planchas de Tetra pack. Para ello, los moldes están en contacto con la resistencia eléctrica que genera calor.

La prensa hidráulica tiene las siguientes características (Inche et al, 2004):

- Tonelaje: 150
- Mesa: 2050x800 mm.
- Peso: 10 toneladas.
- Mandos: Manual y con pedal

Es importante recalcar que esta debe de poder alcanzar los 170-180 °C que se requieren para que el HDPE funda y unifique los materiales del Tectán®, para esto, los moldes están en contacto con la resistencia eléctrica que genera calor.

La prensa en frío debe de cumplir requisitos semejantes, solamente que en cuanto a temperatura se necesita que logre temperaturas 5-10 °C, con lo cual se le da el acabado a las láminas de Tectán®.

5.3 Capacidad de la Planta

Las láminas que se van a desarrollar tendrán un tamaño estándar de 1,22 x 2,44 x 0,01 m. (este es el tamaño estándar de venta de láminas semejantes). Para una lámina de este tamaño se requiere de 1,5 kg de envases tetra brik y la capacidad de los equipos se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro XI. Capacidad de los equipos necesarios para producir Tectán®

Equipo	Capacidad por hora
Mesa de lavado	100 kg de tetra brik
Trituradora de cuchillas	200 kg de tetra brik
Prensa hidráulica	20 láminas de Tectán®

Fuente: (Zue, 2007).

Así, como se observa en el cuadro XI, el paso más lento del proceso es la prensa hidráulica, y, tomando en cuenta que se trabajen 8 horas al día durante 5 días de la semana, se tendría una capacidad de fabricar 3 520 láminas mensuales, lo que equivale a 42 240 láminas anuales. Esto se traduce en una capacidad anual de

reciclar 63 toneladas de envases tetra brik anualmente. Es importante recalcar que si se necesitara realizar un mayor número de láminas de Tectán®, se debe de recurrir a turnos dobles, trabajar siete días a la semana y/o adquirir dos prensas hidráulicas, que es el paso más lento del proceso.

5.3.1 Producto terminado

El producto terminado consiste en láminas de Tectán®, sustitutas de láminas como el Gypsum, Plywood, Ricalit, entre otras. Estas láminas poseen las siguientes características técnicas:

Cuadro XII. Características técnicas del Tectán®

Densidad	800-900 (Kg/m ³)
Módulo de Rotura (N/mm ²)	14,95
Módulo de elasticidad (N/mm ²)	1 050
Absorción de agua a 24 horas	< 1.0%
Hinchazón de agua a 24 horas	< 0,8%
Comportamiento frente a ambiente marino	Sin deterioro
Estabilidad dimensional frente a cambios de humedad (longitud)	< 0,5%
Resistencia química (detergente, NaOH, HCl)	Muy buena
Estabilidad longitudinal frente a cambios de temperatura, 24 horas a 70°C	0,05%
Comportamiento frente al ataque biológico	Sin deterioro
Resistencia al arranque de tornillos	< 1,625 N
Resistencia al impacto	Muy buena
Mecanizado: cortar, clavar	Muy bueno

Fuente: (Inche et al, 2004).

Muchas de estas pruebas se han realizado utilizando las Normas ASTM (ver referencias en el capítulo 7).

Como se observa en el cuadro anterior, el Tectán® es un material con mucho potencial ya que estas son impermeables, tienen muy buenas propiedades acústicas y térmicas, se pueden clavar y/o atornillar, por lo que tienen un potencial uso en el mercado.

Para asegurar un completo control de calidad de las láminas, es necesario realizar periódicamente algunas de las pruebas mencionadas en el cuadro XII, las cuales inicialmente se pueden realizar en laboratorios de Universidades que brinden este servicio, como es el caso de la Universidad de Costa Rica o el Instituto Tecnológico de Costa Rica, y, evaluar posteriormente la posibilidad de realizarlas en la misma planta de fabricación del Tectán®.

Otras ventajas del Tectán® son: (Inche, 2004)

- *Permite una construcción sólida y duradera.*
- *Larga vida del producto.*
- *Reciclable 100%*
- *No incorpora productos tóxicos ni peligrosos.*
- *Puede ser aserrado, mecanizado, clavado y encolado.*
- *No se astilla ni se agrieta.*
- *Insensible a la putrefacción y hongos.*

5.3.2 Tamaño y Localización de la planta

Localización:

Para la instalación de la planta de producción de láminas de Tectán® se posee un terreno propiedad de la Municipalidad de Oreamuno, el cual está ubicado en el cantón de San Rafael, el cual posee un tamaño de 16 hectáreas. Sin embargo en este se pretende realizar otras actividades para el manejo de los residuos sólidos como son la ubicación de biodigestores para los residuos sólidos orgánicos, así como una planta de inyección de plásticos para creación de tapas de alcantarillas, entre otros.

El terreno donde se ubicará la planta se puede observar en la figura 30.

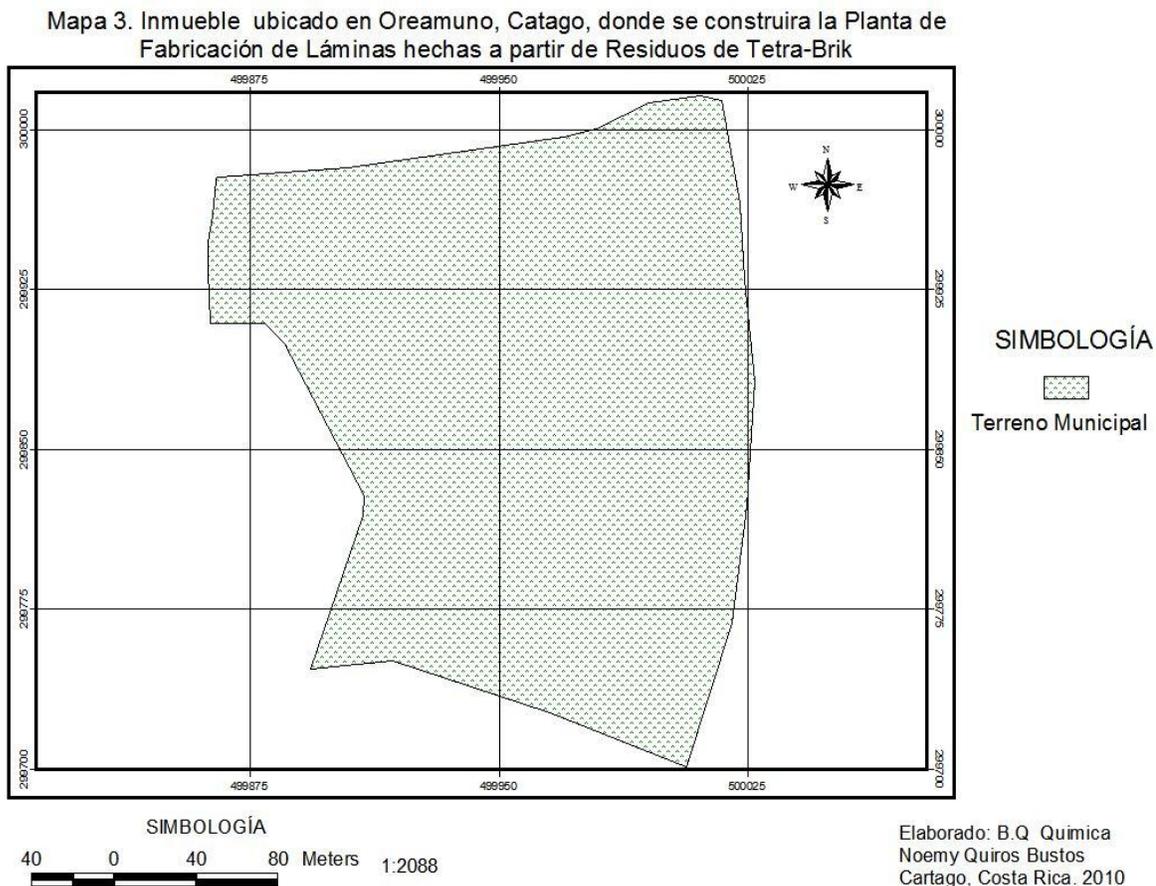


Figura 30. Inmueble donde se ubicará la planta de reciclaje de Tectán®.

Fuente: Elaboración propia trazado con datos de derrotero brindado por la municipalidad.

Para determinar las dimensiones de la planta se tomó como base los datos determinados por Inche, 2004, los cuales se pueden ver en los siguientes cuadros:

Cuadro XIII. Superficie mínima requerida por los equipos.

Máquina/ Equipo	Superficie del equipo (m ²), incluye mesa de trabajo	Área de desenvolvimiento	Superficie de almacenamiento (m ²), incluye lugar para herramientas y utensilios	Superficie total (m ²)
Prensa hidráulica	12	4	2	18
Trituradora de cuchillas	7	4	3	14
Sierra circular para cortar las láminas	2	2	3	7

Fuente: (Inche et al,2004)

Cuadro XIV. Superficies mínima requerida por espacios

Instalaciones	Superficie (m ²)
Almacenamiento de materia prima	40
Almacenamiento de producto terminado	40
Oficinas	48
Comedor y baño	20
otros	20
Zona de recibo de materia prima(parqueo)	40
TOTAL	208

Fuente: (Inche et al, 2004)

Así, con base en la información anterior y ampliando los espacios, ya que se posee suficiente terreno, se puede plantear un diseño de la planta de la siguiente forma:

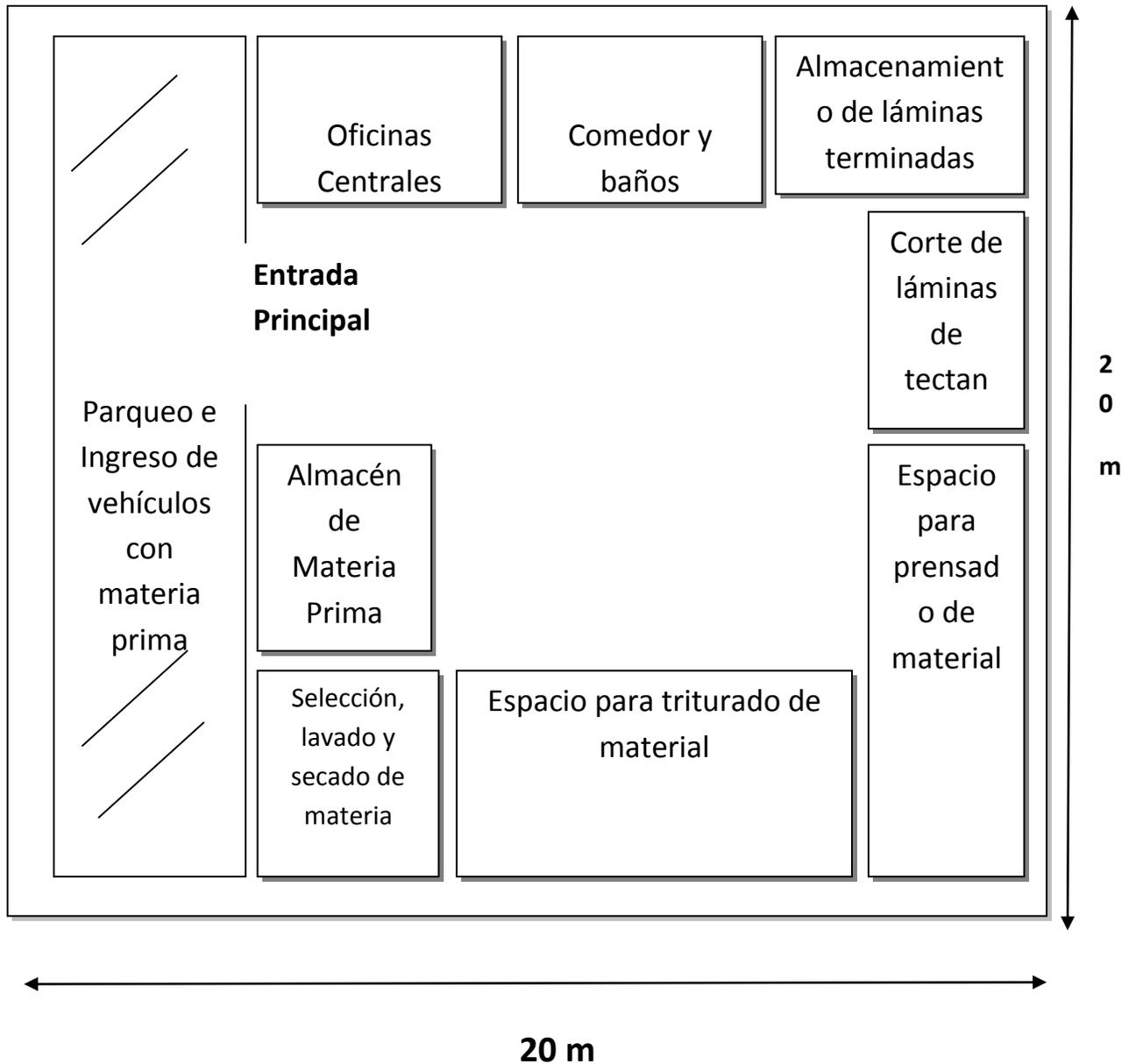


Figura 31. Esquema de la planta de fabricación de Tectán®, para un área de 200 m².

Fuente: Elaboración propia.

Se estimó el esquema de la planta con el doble del área propuesta para preveer que en un futuro esta pueda doblar su capacidad. En dado caso, si no se contara con presupuesto suficiente, se puede reducir al espacio mínimo de 208 m² dado en el cuadro XIV.

Además la fábrica debe de contar con la ventilación adecuada y normas de seguridad vigentes en el país, que permitan una adecuada salud y seguridad ocupacional a sus trabajadores.

Impacto ambiental de la Planta

En realidad los procesos que se llevan a cabo en la planta productora de Tectán® consisten en gasto de electricidad para las máquinas, iluminación, entre otros y de agua para servicios básicos y lo principal para el lavado de los envases de tetra brik.

Para disminuir el impacto ambiental se debe de tratar el agua que se utiliza para el lavado de los envases de tetra brik; una forma de realizar este tratamiento es por medio de procesos de floculación y/o coagulación, los cuales se deberán escoger de acuerdo a las características propias del agua.

Una vez tratada el agua, esta se debe de reincorporar al proceso de lavado, para disminuir la cantidad de agua utilizada.

En cuanto a residuos sólidos generados por los empleados, se deberán de separar en grupos de reciclables y orgánicos, para su posterior tratamiento. Los residuos propios del proceso (restos de tetra brik) se debe de buscar la manera de reincorporarlos al proceso para aprovecharlos al máximo posible, por ejemplo los residuos de las láminas de Tectán® durante el cortado, entre otros.

Las generaciones de CO₂ de la planta, provenientes de la electricidad, gasolina de los camiones, entre otros, deben de reducirse o compensarse por ejemplo con la siembra de árboles en el terreno de la Municipalidad y/o terrenos cercanos.

En cuanto al suelo, el impacto que genera la fábrica se espera que sea nulo, ya que no se generarán desechos peligrosos y las aguas residuales van a tener un adecuado tratamiento.

Organización de la empresa

Esta se va a llevar a cabo formando lo que se conoce como “**Empresa de Economía mixta**”, donde se buscarán socios que quieran acciones, pero que la Municipalidad siempre mantenga el 51 % de las mismas, con lo cual pueda supervisar y auditar todo el quehacer de la fábrica de Tectán®.

En cuanto a la cantidad de persona que pueden laborar en la planta se tiene el siguiente organigrama explicativo propuesto:

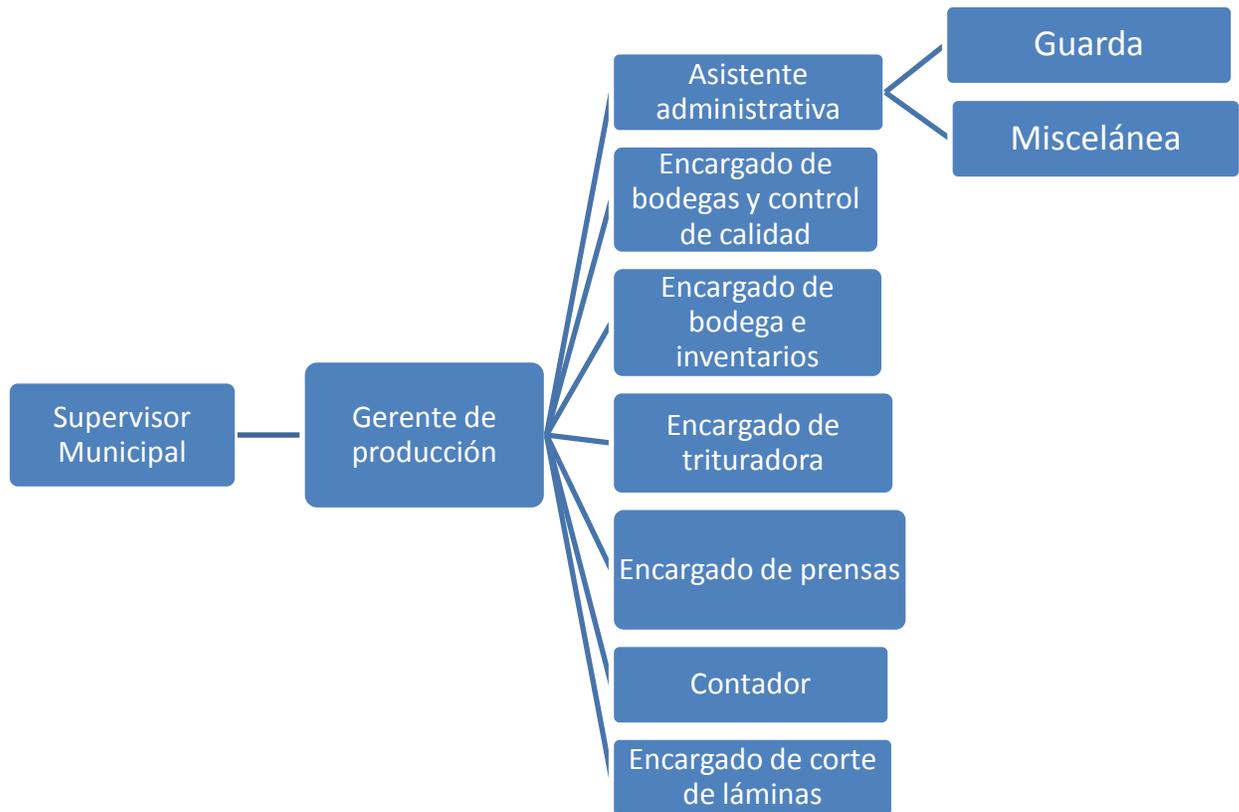


Figura 32. Organigrama propuesto de la planta de fabricación de Tectán®.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 32, con la creación de esta fábrica se estarían generando mínimo diez fuentes de trabajo nuevas, las cuales brindarían empleo a mujeres jefas de hogar y a personas discapacitadas del Cantón.

Algunos datos económicos:

Es importante brindar algunos datos que puedan servir de insumo en un posterior estudio económico:

En cuanto a la inversión inicial se tienen datos de empresas análogas, que rondan el millón de dólares (Inche, 2004) pero esto porque se incluye la compra del

terreno. En el caso de la Dos Pinos, Fonseca 2008 nos habla de que se hizo una inversión de 400 000 dólares sin comprar terrenos.

Es importante recalcar que el capital inicial puede provenir de socios, del ahorro que se genere al no enviar estos empaques al relleno de la WPP, adquisición de un préstamo, entre otros.

Además, en el mercado existen productos semejantes a las láminas de Tectán®, las cuales se investigó su precio para que sirva de insumo a la hora de dar un valor comercial a las láminas. Los datos se hicieron con base en láminas de Fibrolit y Plywood, consultados en cinco almacenes diferentes de la provincia de Cartago, los resultados se muestran en el cuadro XV.

Cuadro XV. Valor comercial de láminas semejantes al Tectán®, en distintos negocios del cantón de Oreamuno:

Negocio	Precio del Plywood® (colones)	Precio del Fibrolit® (colones)
Negocio 1	14 105	13 978
Negocio 2	18 037	18 037
Negocio 3	14 499	14 584
Negocio 4	16 500	18 940
Negocio 5	17 550	19 800
Promedio	16 138	17 067

Fuente: Elaboración propia con datos de depósitos del Cartago a noviembre del 2010. Todas las láminas tienen las dimensiones 1,22 x 2,44 x 0,01 m

Así, si se considerara un precio que fuera un 15% más cómodo que el de estos, cada lámina de Tectán® tendría un valor de 12 000 colones aproximadamente, y, de acuerdo a la capacidad de la planta de 3520 láminas mensuales, se estaría hablando de un ingreso por ventas de aproximadamente **42 000 000** colones.

Análisis de oferta y demanda de Oreamuno:

Para llevar a cabo estos análisis lo primero es hacer estimaciones de la cantidad de materia prima que se tendría disponible en el cantón de Oreamuno:

De acuerdo a datos de la empresa Dos Pinos, principal productora de productos envasados en tetra brik, posee una capacidad de producción de 336 toneladas/año de envases (El Financiero, 2007), significando aun un número muy bajo para la cantidad de envases tetra brik que ingresan anualmente, que rondan los 5 millones de toneladas por año (Programa Competitividad y Medio Ambiente (CYMA), 2007).

De estas 5 millones de toneladas que ingresan al país, la empresa Dos Pinos trata un máximo de 720 toneladas de residuos de tetra brik anuales, quedando un restante 4 280 000 toneladas sin tratar, las cuales probablemente terminan en botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios, desaprovechándose su potencial.

Así, para contribuir al mejoramiento del ambiente, en el cantón de Oreamuno se viene desarrollando una campaña de reciclaje, en conjunto con la campaña “Ambientados”, la cual es patrocinada por Teletica canal 7 de Costa Rica. Esta se lleva a cabo una vez al mes en el Centro de Acopio de San Rafael. (ver figura 33).



Figura 33. Campaña de ambientados del cantón de Oreamuno.

Fuente: Elaboración propia.

En esta campaña se recoge papel, cartón, plástico, vidrio y por supuesto también se recibe el tetra brik (ver figura 34):



Figura 34. Recolección de envases tetra brik en el centro de acopio del cantón de Oreamuno.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados que se han obtenido en cuanto a la cantidad de materiales reciclados se pueden ver en el cuadro XVI.

Cuadro XVI. Cantidades de algunos materiales recuperados en el Centro de Acopio de Oreamuno, de julio a octubre del 2010.

<i>Material</i>	<i>Cantidad Recuperado (Kg)</i>	<i>Dinero Recolectado (colones)</i>
Papel Color	563	22 520
Cartón	8005	180 650
Periódico	9673	258 650
Papel Blanco	1321	211 360
Vidrio	7812	194 390
Latón	645	12 900
Hierro sólido	98	7350
Plástico	464	25 000
Aluminio	245,5	105 400
Tetra brik	506	19 105
Total	29305,5	1 037 325

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Municipalidad en noviembre del 2010.

Como se observa en el cuadro XVI a pesar de que la cantidad de tetra brik recolectada es muy baja, esto se debe a que el tetra brik se comenzó a recolectar en octubre, por lo cual es el dato de 1 mes. Además, este es un programa que está empezando en el cantón y la cantidad de personas que participan actualmente va en aumento mes a mes, por lo que se espera que este número aumente significativamente con el paso de los meses.

A esto hay que sumarle que de acuerdo a datos de la municipalidad, las escuelas y colegios del cantón están empezando a participar de esta campaña de reciclaje y a llevar sus residuos reciclables al Centro de Acopio del Cantón, sin embargo no están llevando tetra brik, por lo que si se realizan alianzas con estos centros educativos, la cantidad de materia prima puede aumentar.

También, dentro del Plan de Residuos Sólidos del Cantón, se indica que parte de las actividades a desarrollar es la creación de alianzas de la Municipalidad de Oreamuno con otros Gobiernos Locales de la provincia de Cartago, los cuales vendrían a dejar sus residuos sólidos reciclables y orgánicos a Oreamuno, aumentando así la disponibilidad de materia prima del cantón.

Además, para tener otra estimación de la cantidad de materia prima que se tendría en Oreamuno, se hizo en primera instancia un recuento de todos los negocios que existen en el cantón, basado en los datos de patentes de la Municipalidad. Luego, se tomaron los posibles locales donde se vendieran productos en envase tetra brik y se obtuvo los resultados que se muestran en el cuadro X. Con base en estos datos se puede decir que la cantidad de negocios existente en el cantón es grande es grande pero estos son de tamaño negocios a pequeña escala. A estos negocios se les aplicó una encuesta, de acuerdo con la metodología explicada anteriormente, la cual arrojó los siguientes resultados:

Esta encuesta se distribuyó en los distritos del cantón de Oreamuno, tal como se muestra en el cuadro XVII.

Cuadro XVII. Distribución por distritos de encuesta realizada a comercios:

Distrito	Frecuencia	Porcentaje
San Rafael	8	50.0
Cot	4	25.0
Potrero Cerrado	2	12.5
Cipreses	1	6.3
Santa Rosa	1	6.3
Total	16	100.0

Fuente: Elaboración propia usando programa SPSS

Cuadro XVIII. Tipos de negocios encuestados

Tipo de comercio	Frecuencia	Porcentaje
Pulpería	8	50.0
Supermercado	2	12.5
Licorera/Bar	2	12.5
Soda/ Restaurante	4	25.0
Total	16	100.0

Fuente: Elaboración propia usando programa SPSS

Se eligió utilizar esta distribución de negocios ya que las pulperías representan el 50% del tipo de comercios donde se vende el tetra brik en Oreamuno.

De los negocios encuestados, el volumen de los envases que se producen corresponden a capacidades entre 250 y 1000 mL. (ver figura 35).

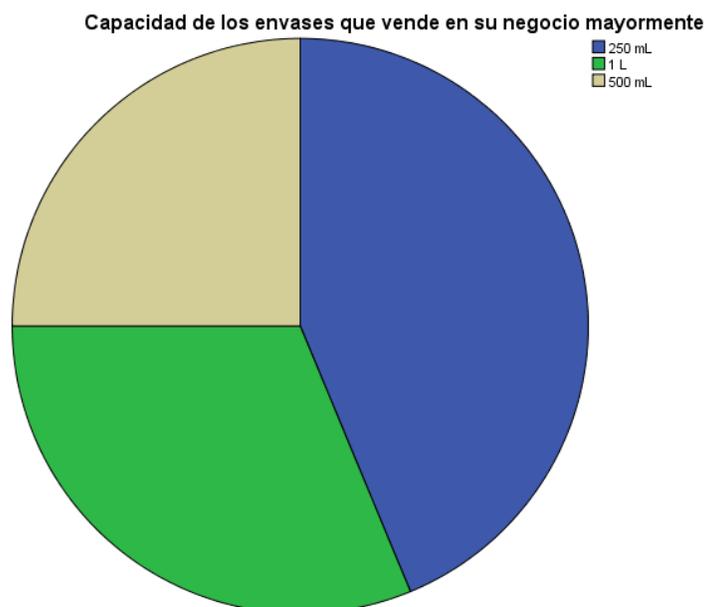


Figura 35. Distribución del tamaño de envase que se vende mayormente en los comercios de Oreamuno entrevistados.

Fuente: Elaboración propia.

De los cuales, las cantidades que venden son alrededor del 50% menores a 100 envases y el restante 50% de 100 a 1000 envases. (Ver cuadro XIX)

Cuadro XIX. Aproximado de cantidades de envases tetra brik vendidos en Oreamuno.

Cantidad de envases mensuales que vende	Frecuencia	Porcentaje
Válidos menos de 100	8	50.0
100-1000	8	50.0
Total	16	100.0

Fuente: Elaboración propia usando programa SPSS

Con estos datos y de acuerdo a las estimaciones de Zue, 2007; cada envase multicapa de tetra brik posee el siguiente peso:

Cuadro XX. Peso de los envases tetra brik, de acuerdo al volumen:

Volumen de Envase de Tetra brik (mL)	Peso del envase (kg)
250	0,0020
500	0,0302
1000	0,0412

Fuente: Elaboración propia.

Así, como se observa la cantidad de envases que circulan en Oreamuno ronda los 161 700 envases de tamaños de 250 y 1000 mL mayormente, que pueden equivaler a 4851 kg mensuales como máximo, de los cuales solo 506 kg están llegando actualmente al centro de Acopio. Por lo cual se vuelve necesario realizar campañas específicas de reciclaje de Tetra brik, para aumentar el número de envases recuperados post consumo, los cuales son la materia prima de la planta.

Con estos datos anteriores se puede deducir que para que el proyecto sea realizable, es imperante que se lleven a cabo Campañas de Reciclaje periódicas, así como la colocación de recipientes para depositar los envases de Tetra brik y con ello aumentar la cantidad de envases usados que se pueden reciclar.

Pensando en esto, se preguntó a los comercios si ellos estarían de acuerdo en participar en campañas de reciclaje que elabore la municipalidad, y, cuyos resultados son muy satisfactorios ya que como se observa en el cuadro XXI tanto en zona rural como urbana, el 100% de los comerciantes está de acuerdo en participar en este tipo de campañas.

Cuadro XXI. Resultados de encuesta a comercios.

¿Está dispuesto a apoyar campañas de reciclaje en su negocio?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos SI	16	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia usando programa SPSS

Así, luego de esto se quiso indagar acerca de una acción específica de colaboración por parte de los comercios en estas campañas de reciclaje, en la cual se preguntó específicamente acerca de la disposición de estos a colocar recipientes donde los usuarios depositen tetra brik, de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro XXII):

Cuadro XXII. Resultados de encuesta a comercios.

¿Estaría dispuesto a colocar en su negocio contenedores municipales para los envases tetra brik?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válidos Sí, Dentro del Negocio	7	43.8	43.8
Sí, en la Entrada del Negocio	9	56.3	56.3
Total	16	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia usando programa SPSS

De acuerdo a estos datos, el 100% de los encuestados están de acuerdo en colocar recipientes para recolección de tetra brik, de los cuales como se observa en la figura 36, el 56% estarían dispuestos a colocarlos en la entrada de su negocio y el restante 44% los colocaría dentro de su negocio.



Figura 36. Resultados de la encuesta a comercios de Oreamuno acerca del lugar de preferencia de los comerciantes para ubicar recipientes para recolectar tetra brik.

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, los comerciantes entrevistados indican que para que esto sea factible, la Municipalidad debe de recoger el contenido de estos envases en periodos que van desde cada tres días hasta cada quince días.

Cuadro XXIII. Resultados de encuesta a comercios:

¿Cada cuanto tiempo necesitaría que la municipalidad recogiera los residuos de los envases de tetra brik recolectados en su negocio?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válidos cada tres días	5	31.3	33.3
Una vez por semana	6	37.5	40.0

	cada quince días	4	25.0	26.7
	Total	15	93.8	100.0
Perdidos	Sistema	1	6.3	
Total		16	100.0	

Fuente: Elaboración propia usando programa SPSS

Para evitar que se incrementen los costos de obtención de materia prima lo que se puede hacer es recolectar el contenido de estos envases los mismos días que se recogen los demás residuos sólidos.

Además de esto, para conocer la disposición de la población a participar en Campañas de reciclaje y para conocer la aceptación que tendrían los productos de Tectán® dentro de la población, se realizó la encuesta que se muestra en el anexo 2, la cual arroja los siguientes resultados:

Como se muestra en la figura 37, se tomó en cuenta la población de todos los distritos de Oreamuno, por lo cual en los distritos rurales se tomó el 50 % de las encuestas y el restante 50% se tomó de San Rafael, distrito urbano del cantón.

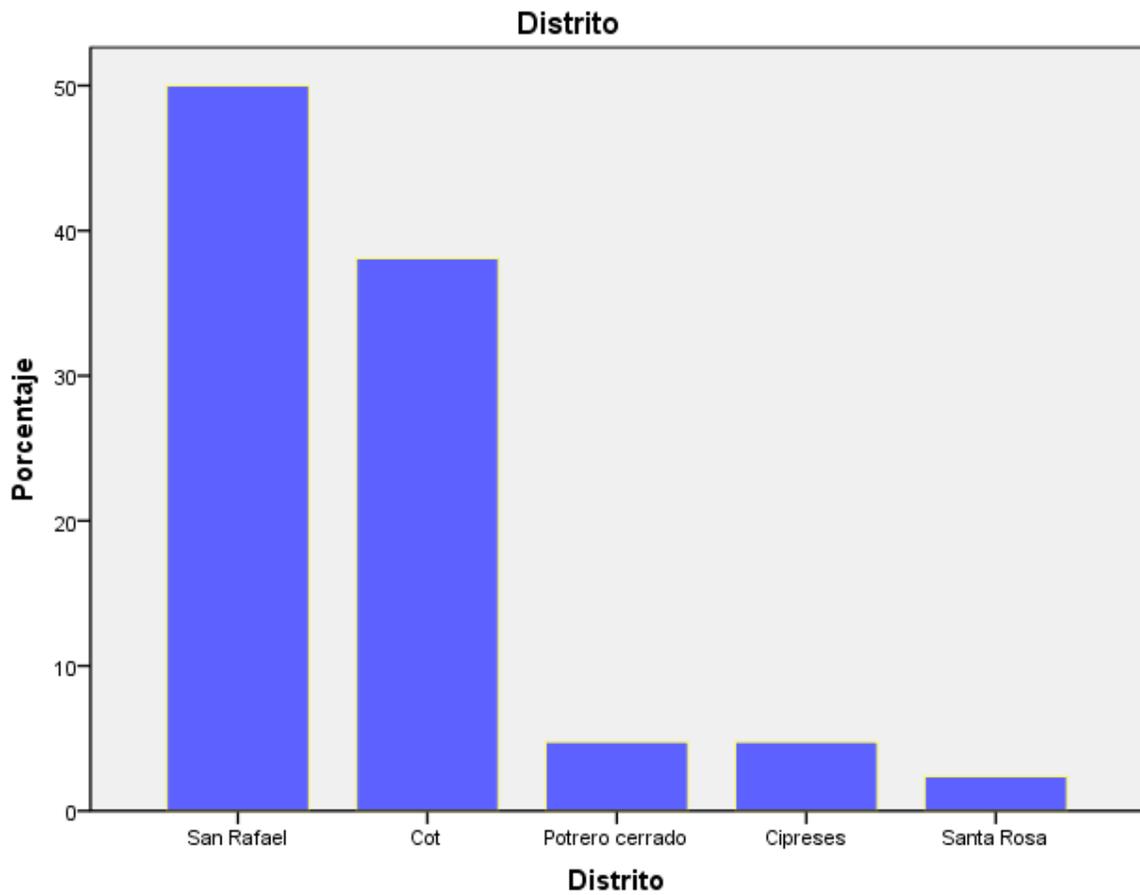


Figura 37. Distribución de encuestas por distrito.

Fuente: Elaboración propia.

Donde, al azar se encuestaron personas de diferentes niveles académicos, en cuya distribución se observa como alrededor del 50% correspondió a personas con secundaria completa. Además, la misma se realizó en semejante cantidad de hombres y mujeres, para ser consistentes con datos de la INEC que indican que la población de Oreamuno es aproximadamente 50% hombres y 50% mujeres. (ver figuras 38 y 39).

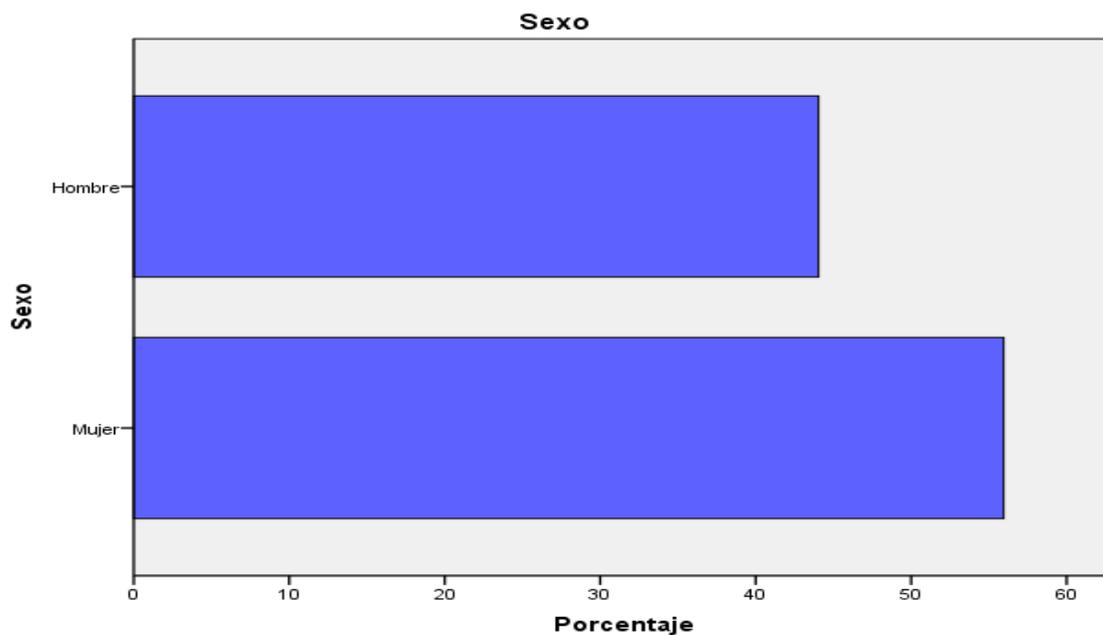


Figura 38. Porcentaje de entrevistados de acuerdo al sexo.

Fuente: Elaboración propia.

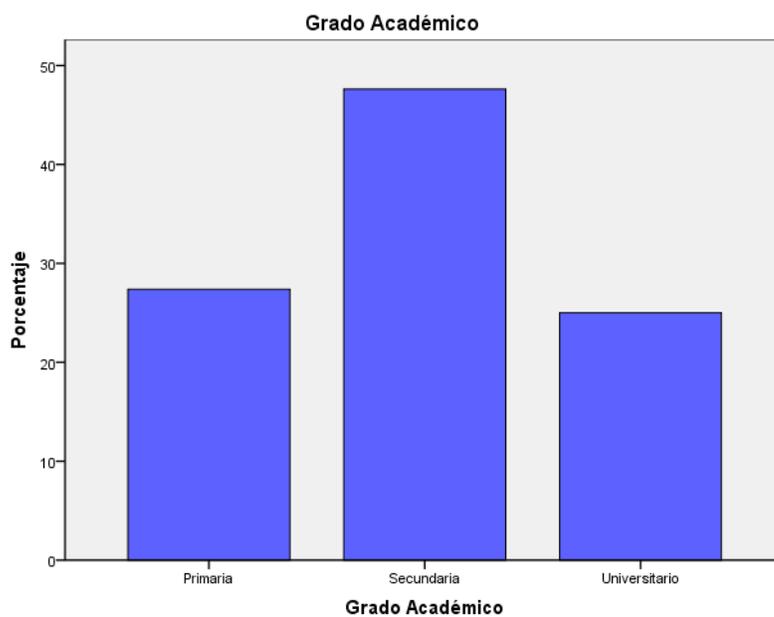


Figura 39. Porcentaje de entrevistados de acuerdo al grado académico.

Fuente: Elaboración propia.

En esta encuesta se denota como el 100% de los entrevistados conoce los envases tetra brik, de los cuales el 88% de estos compra productos que vienen en envases Tetra pack. (Ver cuadro XXIV).

Cuadro XXIV. Resultados de encuesta a población acerca del consumo de envases tetra brik.

¿Compra productos en envases tetra brik?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válidos	Sí	74	84.1	88.1
	No	10	11.4	11.9
	Total	84	95.5	100.0
Perdidos	Sistema	4	4.5	
Total		88	100.0	

Fuente: Elaboración propia usando programa SPSS

Para poder identificar el tipo de envase que se debe de recolectar en futuras campañas, se le consultó a las personas qué tipo de productos consumen en estos envases, obteniéndose los datos que se muestran en la figura 40.

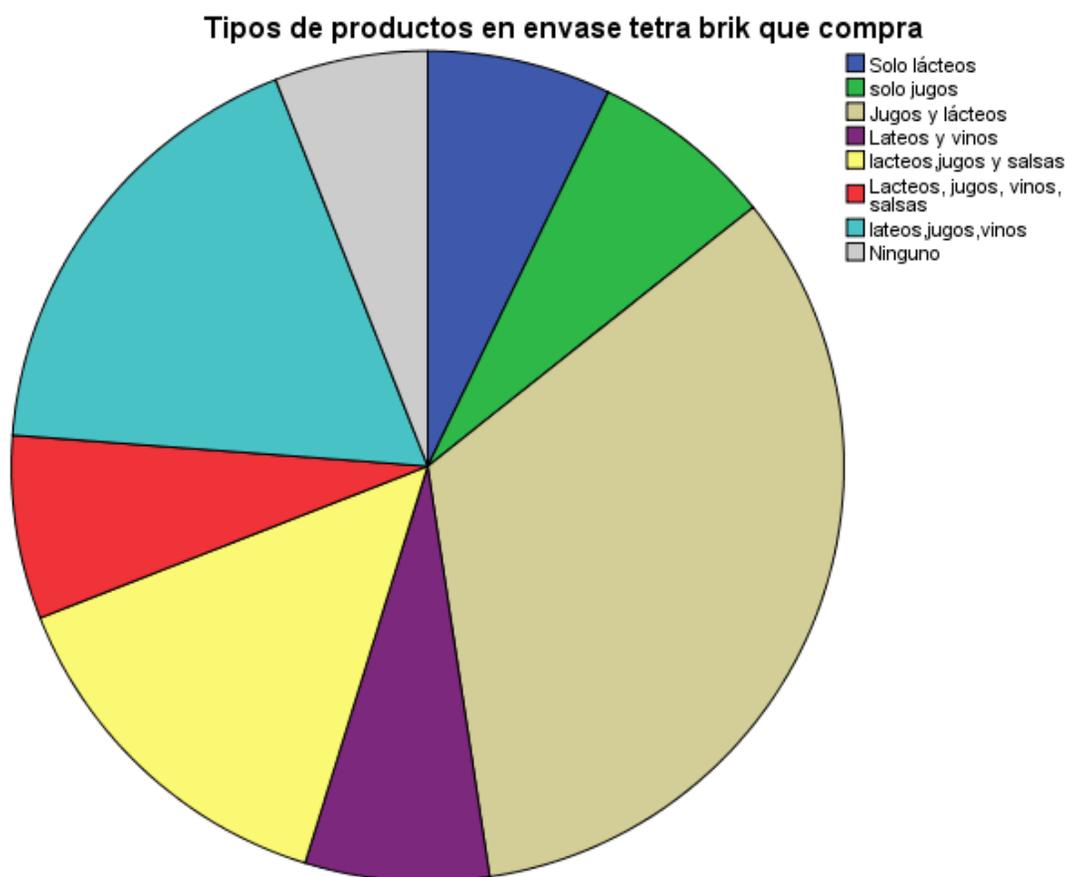


Figura 40. Productos que se consumen en Oreamuno, en envase tetra brik.

Fuente: Elaboración propia.

De estos, el mayor porcentaje (33%) de la población lo que compra son productos lácteos y jugos.

Por otra parte, de acuerdo a los datos de la encuesta, el 90% de los entrevistados conoce que tanto el papel, el vidrio, cartón y los envases tetra brik se puede reciclar pero solo un 41% de estos lleva estos materiales a Centros de Acopio y solamente el 28% de la población encuestada ha participado en la Campaña Ambientados, que se realiza en el Centro de Acopio de San Rafael. (Ver anexo 6).

Estos datos demuestran como la cantidad de envases tetra brik que se recolecta puede aumentar, pero para ello se debe de concientizar a las personas que aún no separan en sus hogares los residuos reciclables, esto se puede lograr por medio de la educación ambiental tanto a las personas de comunidades, estudiantes y docentes de Oreamuno.

Sin embargo, de acuerdo al cuadro XXV, a pesar que un alto porcentaje aún no separa ni lleva a Centros de Acopio los residuos reciclables, estos si estarían de acuerdo (en un 95%) en hacerlo ya sea por medio de participación en futuras campañas de reciclaje o llevando residuos de tetra brik a Centros de Acopio (75%), pero, para pasar a los hechos es necesaria la campaña de concientización.

Cuadro XXV. Resultados de encuesta a pueblo.

¿Estaría dispuesto a separar envases tetra brik en su hogar para llevarlos a reciclar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	63	71.6	75.0	75.0
	No	21	23.9	25.0	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Fuente: Elaboración propia usando programa SPSS

Cuadro XXVI. Resultados de encuesta a pueblo.

¿Está dispuesto a participar en campañas de reciclaje de tetra brik en Oreamuno?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	84	95.5	100.0	100.0
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Fuente: Elaboración propia usando programa SPSS

Por otra parte, en esta misma encuesta a manera de analizar la aceptación que tendrían los artículos fabricados a partir de TECTÁN®, se mostró a las personas imágenes de productos terminados con este artículo (ver anexo 4) y se les preguntó si estarían dispuestos a comprar este tipo de artículos de TECTÁN®, los resultados obtenidos son muy satisfactorios ya que 99% de los encuestados estaría en disposición de comprarlos

Cabe destacar que todos los entrevistados se mostraron muy sorprendidos al ver el tipo de artículos que se pueden confeccionar con el tetra brik, ya que indican que no conocían que esto fuera posible.

Por último, se le preguntó a la población acerca de los aspectos que considera más importantes a la hora de adquirir muebles para su hogar u oficina, de los

cuales no hay una preferencia hacia un solo elemento (ver figura 41)



Figura 41. Resultados de porcentaje de aspectos que las personas consideran importantes a la hora de comprar muebles de oficina o de hogar.

Fuente: Elaboración propia.

Entre acabado, precio y material que se les puso a escoger, las opiniones están muy divididas, por lo cual se deben de considerar los aspectos de acabado y precio a la hora de la fabricación de los artículos a partir de residuos sólidos de tetra brik. (figura 41). Además se le debe de demostrar a las personas todas las ventajas que tiene las láminas de Tectán® ya que el material del cual están hechos es un material que también consideran importante.

5. CONCLUSIONES

Los residuos de envases tetra brik son una oportunidad de negocio para generar beneficios económicos y sociales al cantón de Oreamuno, esto a partir de la generación de láminas de Tectán® que sustituyen a fibrolit, plywood, entre otros.

La planta de fabricación de láminas de tetra brik tendría una capacidad de 3520 láminas mensuales.

Actualmente la campaña de reciclaje “Ambientados” en la que participa el cantón ha logrado recolectar alrededor de 500 kg de envases en un mes, el cual es un valor muy bajo ya que se estima que solamente un 28% de la población participa en esta campaña. Por lo cual se requiere que se lleve a cabo una campaña intensa de reciclaje de tetra brik, cifra que podría aumentar a un valor aproximado de 4851 kg mensuales que son los que se estimó que se comercializan en el cantón. Para lograr mejores resultados es necesario crear alianzas con otros cantones de Cartago para lograr que la planta trabaje a toda su capacidad.

La planta de fabricación de Tectán® requiere un espacio físico de la menos 208 m² de construcción para la elaboración de dichas láminas.

De acuerdo con las encuestas realizadas, tanto los comercios del cantón como la población estarían en su mayoría de acuerdo con participar en campañas de reciclaje de tetra brik.

De acuerdo al estudio realizado, es factible colocar recipientes dentro o fuera de los comercios que venden tetra brik, con el fin de facilitar la recolección de estos

envases post consumo, los cuales constituyen la materia prima de la planta de fabricación de Tectán®.

Se puede dar trabajo al menos a diez personas, al abrir la planta de fabricación de Tectán®.

Con base en estudios de oferta y demanda realizados, con base en encuestas de opinión y de negocios y en el diseño técnico del producto que se realizó, preliminarmente se puede decir que es factible desde el punto de vista técnico, la instalación de una planta de producción de láminas de Tectán® en el Cantón de Oreamuno, siempre y cuando se intensifique y se realicen de forma periódica campañas de reciclaje de tetra brik.

6. RECOMENDACIONES

Se debe de realizar un estudio económico que complemente este estudio técnico, para conocer la factibilidad total de la instalación de una fábrica de láminas de Tectán® en el cantón de Oreamuno.

Se debe de realizar una campaña de reciclaje en el cantón de Oreamuno, que incluya capacitaciones, elaboración de brochurs y otros, que aumenten la cantidad de envases tetra brik usados que se recolecten en el cantón.

Se debe de crear alianzas con Centros educativos del cantón, para que estos contribuyan a aumentar la cantidad de materia prima que ingrese a la planta de fabricación de Tectán®.

Se debe iniciar la búsqueda de socios de la planta, que quieran crear la empresa mixta, la cual sería la que dirija, en conjunto con la Municipalidad, la fábrica de Tectán®.

Se debe de realizar un control de calidad a las láminas de Tectán® que se elaboren, para verificar sus propiedades; ya sea que esto se realice en laboratorios del país que vendan este servicio o que estos se realicen en la misma planta.

Se debe de evaluar la posibilidad de incluir plásticos que actualmente no son reciclables, para incluirlos en las láminas de Tectán®, sin que estos afecten las características dichas láminas.

7. BIBLIOGRAFÍA.

ASTM (American Society for Testing and Materials) 2003. *Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods*. ASTM D 2017-81 (Reproved 1994). Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.10., Philadelphia. USA.

ASTM (American Society for Testing Material, US) 2004. *Standard Test Methods for Conducting Machining Tests of wood and wood-Base Materials*. D 1666-87. Annual book of ASTM Standards 2004. Vol.04.10. Pennsylvania, US.

Bartone, C. (2000). *Gestión, Recuperación e reciclaje de los desechos municipales: Estrategia para la autosuficiencia en los países en desarrollo*. Whashington: PNUD/Banco Mundial.

Brown, D; Umaña, G; Gil, J; Salazar, C; Stanley, M; Cáceres, M; Bessalel, M. (2003). *Guía Para la Gestión del Manejo de Residuos Sólidos Municipales*. Guatemala: OPS/CEPIS.

Chung, A. (2003). *Reciclado Tetra pack*, Industrial Data Revista de investigación, 1(6), 83-85.

Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2002). *Proyecto Minimización de Residuos provenientes de Envases y Embalajes, Guía técnica para la optimización de Envases*. Chile, Santiago.

Consejo Nacional del Ambiente, Grupo Técnico Nacional de Empaques Rígidos para Consumo Masivo. (2004). *Diagnostico Situacional y Propuesta de Gestión y Manejo de los Empaques Rígidos para Consumo Masivo*. Perú, Lima.

Deffis Caso, A. (1998). *La basura es la solución*. México DF: Concepto.

Diputación Floral de Bizkaia, Departamento de Innovación y Promoción Económica. (2000). *Reciclado de Materiales: Perspectivas, Tecnologías y Oportunidades*. España, Bizkaia.

El financiero, 2007. *Reciclan 1,4 millones de envases Tetra Brik al mes 20 de noviembre de 2007*. Disponible en <http://www.fundacionambio.org/leer.php/87>.

Enriques, R. (2006). *Responsabilidad ampliada para el manejo de envases multicapa en la ciudad de México*. Tesis para obtener el grado de Maestro en ciencias con especialidad en medio ambiente y desarrollo integrado, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Ciudad de México, México.

FEDEMUR, (2002). *Estudio de la Composición de los residuos sólidos que llegan a Río Azul provenientes de 11 municipalidades de la GAM*.

Fonseca, P. (2008, Agosto 18). *Dos Pinos comenzarán a reciclar millones de empaques "tetrabrik"*. La Nación, 17 A.

Fuentelsaz,C. (2004). "Cálculo del tamaño de la muestra". Consultado el 25 de setiembre del 2010. Disponible en: www.enaprendeonlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.../calcula_muestra.pdf

Greenwood, Earnshaw. (1997). Química de los elementos. 2da edición. USA: Editorial Norma.

Guido, A; Rossin, Antonio; Teixeira, P; Zepeda, F. (1998). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe* (2ª ed.). USA: OPS.

Inche, J; Chung, A; Del Carpio, J; Yenque J; Raez, & L; Mavila, D. (2003). *Diseño y Desarrollo de un prototipo a partir de envases reciclados*, Industrial Data Revista de investigación, 2(6), 7-11.

Inche, J; J, Vergiú; Mavila, D; Godoy, M; & A, Chung. (2004). *Diseño y Evaluación de una planta de reciclaje de envases de Tetra pack a pequeña escala*, Industrial Data Revista de investigación, 2(7), 7-17.

Instituto Juan de Herrera. MADRID. ESPAÑA. Consultado Octubre 2010.
<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/n2glosar.html>

Instituto Nacional de Estadística

Jaramillo, J. (1999). *Gestión Integral de los residuos sólidos Municipales*. Presentada en Seminario Internacional Gestión Integral de los Residuos Sólidos y Peligrosos, siglo XXI. Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía.

Justo, J; Ortega, R. & C, López. (2008). *Estudio de Prefactibilidad Producción de pulpa de cartón y tableros de polialuminio*. Fondo Nacional del Ambiente. Perú.

Soto, S (2009). *Capítulo Armonía con la Naturaleza*. En Estado de la Nación. San José, C.R.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial,. (2008). *Construcción de criterios técnicos para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos con alta tasa de biodegradación, plásticos, vidrios, papel y cartón*. Manual 3: orgánicos, papel y cartón. Colombia Bogotá.

Municipalidad de Oreamuno, (2010). <http://www.munioreamuno.com/>. Consultado el 20 de setiembre del 2010.

Núñez, L (2005). *El envase de cartón laminado tipo tetrabrik: Un problema ambiental y sus posibilidades de aprovechamiento*. Tesis para obtener el grado de Master en ciencias con especialidad en medio ambiente y desarrollo integrado. Instituto Politécnico Nacional, México, México.

Plan de desarrollo humano local de Oreamuno.(2009,Diciembre). En <http://www.munioreamuno.com/planificacion-municipal>. Consultado 20 de setiembre del 2010.

ProDus (2001).*Producción más limpia en Instalaciones Turísticas*. San Pedro: Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Civil.

Programa Competitividad y Nuevo Ambiente (CYMA), (2007). *Plan de residuos sólidos Costa Rica (PRESOL).Diagnóstico y áreas prioritarias*. San José: CYMA.

Programa Competitividad y Medio Ambiente (CYMA), 2007. *Reporte nacional de manejo de materiales*, Costa Rica 2.006–San José. Costa Rica: CYMA 126 p.: IL.

Real Academia Española, (2001). *Diccionario de la Lengua Española* (22^a ed., Vol 1). Madrid: Espasa-Calpe S.A.

Redondo, M. et al (2009). *Plan de Manejo de Desechos Sólidos Municipales*. Municipalidad de Oreamuno. San Rafael de Oreamuno.

Rodríguez, M. (2004). *Diseño de un modelo matemático para la generación de residuos sólidos municipales en Nicolás Romero, México*. México: Instituto Politécnico Nacional. México, Escuela de Matemáticas.

Tetra pack (2007). *Caso de sostenibilidad en el manejo de residuos de Tetra pack Colombia*. Colombia: Disponible en www.tetrapak.com.

Zue, R. (2007). *Estudio de factibilidad técnico-económico para la instalación de una planta de reciclaje de envases de Tetra pack*. Trujillo: Universidad Valle del Momboy.

Anexos

ANEXO 1: Charter del Proyecto

Universidad para la Cooperación Internacional

Maestría en Liderazgo y Gerencia Ambiental

Charter del Trabajo Final de Graduación

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN DE MATERIALES
APROVECHABLES A PARTIR DE RESIDUOS DE TETRA PACK, EN EL CANTÓN DE OREAMUNO.**



Alumna: Noemy Quirós Bustos

Profesor Tutor: Dra. Silvia Soto

2010

Charter (acta) del Proyecto

Información principal y autorización del proyecto	
Fecha julio del 2010	Nombre del Proyecto ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN DE MATERIALES APROVECHABLES A PARTIR DE RESIDUOS DE TETRA PACK, EN EL CANTÓN DE OREAMUNO.
Área de Aplicación: Ciencias Exactas y Naturales- Manejo Integrado de Residuos Sólidos-Ambiente- Ingeniería Ambiental.	
Fecha de inicio: A partir de la aprobación del trabajo final de graduación por parte de la Universidad.	Fecha de cierre: Tres meses a partir de la aprobación del trabajo final de graduación, por parte de la Universidad.
Coordinador del Proyecto: Profesor Tutor: Dra. Silvia Soto	

Estudiante: Noemy Quirós Bustos. Firma: _____

Asesor del Proyecto: La Universidad lo designará.

Objetivo General:

Llevar a cabo un estudio de pre-factibilidad técnica para la elaboración de muebles de bajo impacto contruidos a partir de residuos de Tetra pack.

Objetivos Específicos:

- Establecer la disponibilidad del uso de materiales residuales de tetrapak en el cantón de Oreamuno.
- Establecer la disposición de la población de participar en campañas de recuperación de envases tetrapak.
- Identificar los procesos asociados al uso y fabricación del TECTÁN® (láminas creadas a partir del tetrapak) y evaluar la posibilidad de que el mismo sea producido en Oreamuno.

Descripción del Producto del proyecto:

Este proyecto forma parte del Plan de Gestión Integral del Manejo de los Residuos Sólidos que se está ejecutando en el Cantón de Oreamuno.

Se pretende como producto principal conocer la pre-factibilidad del aprovechamiento de los residuos de Tetra pack para transformarlos en muebles de bajo impacto (bibliotecas, mesas, entre otros) y determinar si es posible llevar a cabo este proyecto en el Cantón de Oreamuno.

Necesidad del Proyecto

La comunidad de Oreamuno disponía sus residuos sólidos en un botadero a cielo abierto, y, el mismo se cerró, lo que obligó a que los residuos sólidos se depositen en un Relleno privado, donde la factura anual por este rubro asciende los 90 millones de colones.

Es así como por medio del Alcalde de este Cantón, se ha venido pensando en formas de resolver este problema, con lo cual se están llevando a cabo acciones como la creación de biodigestores para tratar los residuos orgánicos y un centro de acopio para el cantón.

Surge entonces la necesidad de llevar a cabo un estudio que permita determinar la prefactibilidad de la utilización de materiales aprovechables a partir de residuos aprovechables de tetrapak, que permitan contribuir con la mejora del medio ambiente, la reducción de costos de manejo de residuos del cantón y que además brinde nuevas oportunidades de empleo a las personas del Cantón.

Justificación del Impacto

Con este estudio de prefactibilidad se determinará la viabilidad de la creación de materiales aprovechables a partir de residuos de Tetra pack, con lo cual se tendría un impacto positivo sobre el medio ambiente del Cantón, ya que se dejaría de llevar estos residuos a un relleno sanitario y, en su lugar se construirían pupitres, mesas, sillas, escritorios, entre otros, para el aprovechamiento de las comunidades del cantón.

Además va a generar una nueva fuente de empleo para las personas del Cantón, lo cual mejoraría la situación de familias de Oreamuno, en especial las de personas discapacitadas y mujeres jefas de hogar.

El cantón de Oreamuno se convertiría en un modelo a seguir por otras Municipalidades por todas sus acciones innovadoras en este tema, además de que se contribuiría al desarrollo ambiental y social de estas comunidades.

Restricciones

Este es un primer estudio de la pre-factibilidad de la construcción de estos materiales aprovechables, del cual su implementación queda sujeta a la aprobación del Concejo Municipal del Cantón de Oreamuno, así como a la posterior búsqueda de fondos.

Identificación de grupos de interés

Usuarios directos:

Municipalidad de Oreamuno.

Los habitantes de las comunidades de los cinco distritos del Cantón de Oreamuno.

Escuelas y Colegios del Cantón de Oreamuno.

Sector productivo del Cantón de Oreamuno.

Usuarios indirectos:

Personas que se contraten como trabajar este proyecto, donde se brindará prioridad a madres jefas de hogar y personas discapacitadas.

Todas las Municipalidades de la Provincia de Cartago, ya que se les podría recibir sus residuos de Tetra pack, para ser transformados en materiales aprovechables.

Aprobado por:

Dra. Silvia Soto

Tutora del Trabajo Final de Graduación-

Firma:

ANEXO 2: Encuesta de población

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ENVASES TETRA BRIK

La encuesta que se presenta a continuación forma parte del esfuerzo de la Municipalidad de Oreamuno para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos del Cantón; esto a través del ***“Estudio de Factibilidad Técnica para la Fabricación de Materiales Aprovechables a partir de Residuos de Tetra brik”***.

Esta forma parte del Proyecto Final de graduación en la Maestría en Liderazgo y Gerencia Ambiental de la Universidad para la Cooperación Internacional de la estudiante B.Q. Noemy Quirós Bustos.

Información General:

Sexo:

masculino femenino

Edad:

15 a 18 18 a 29 30 a 39 40 a 49 mayor de 50

Grado académico:

primaria secundaria universitario

Distrito al que pertenece:

San Rafael Cot Potrero Cerrado Cipreses Santa Rosa

Instrucciones:

Marque con X la respuesta que considere correcta:

1. ¿Conoce usted los envases envases Tetra brik ?

Sí No

2. Compra usted productos envasados en empaques Tetra brik?

Sí No

3. Si su respuesta anterior fue afirmativa, señale los productos que compra en envase tetra brik (puede marcar más de una opción):

Productos lácteos jugos vino salsas

otros. Cuales? _____

4. Los envases tetra brik se pueden reciclar?:

Sí No

5. Los envases de vidrio se pueden reciclar?:

Sí No

6. El papel y el cartón se pueden reciclar?:

Sí No

7. Separa usted los desechos sólidos reciclables en su hogar para posteriormente llevarlos a algún centro de acopio?

Sí No

Si su respuesta fue negativa pase a la pregunta 10.

8. Cuales de estos materiales separa usted en su hogar para llevarlos a su posterior reciclaje? Puede marcar más de una opción.

tetra brik papel y/o cartón

vidrio Aluminio

plástico otro. Cual(es) _____

9. Ha participado usted en la campaña “**Ambientados**” llevando residuos sólidos al centro de acopio de Oreamuno?

Sí No

10. Estaría usted dispuesto(a) a separar envases Tetra Brik en su hogar para su posterior reciclaje?

Sí No

11. Estaría usted dispuesto a participar en campañas de reciclaje de tetra brik que se lleven a cabo en Oreamuno?

Sí No

Observe en la figura anexa los siguientes ejemplos de muebles elaborados a partir de envases tetra brik.

12. Estaría usted dispuesto(a) a comprar este tipo de artículos fabricados a partir de residuos de envases Tetra brik que se fabricarían en Oreamuno.

Sí No

13. Cuando va a comprar muebles par su hogar y/o oficina lo más importante para usted es (puede marcar dos opciones):

El acabado.

El material del que están hechos.

El precio.

ANEXO 3: Encuesta a Comercios

- supermercado soda o restaurante
 otro. Especifique_____

2. En su comercio se venden productos envasados en tetra brit?

- SI NO

Si su respuesta fue negativa pase a la pregunta 5.

3. La mayoría de productos que se venden en envase tetra brik son de capacidad:

- 250 mL 500 mL
 1 Litro Otro. Especifique_____

4. La cantidad de envases tetra brit que vende mensualmente aproximadamente es:

- Menos de 100 envases
 100-1000 envases
 Más de 1000 envases
 Otro. Especifique_____

5. Estaría usted en su negocio dispuesto a apoyar en campañas de reciclaje de tetra brik?

- SI NO

Si su respuesta fue negativa es el fin de la encuesta.

6. Si su respuesta anterior fue afirmativa conteste los siguiente: En su negocio usted estaría dispuesto a:

- Colocar un contenedor municipal para los envases tetra brit DENTRO de su negocio.

Colocar un contenedor municipal para los envases tetra brit a la ENTRADA de su negocio.

No estaría dispuesto a colocar estos contenedores en su negocio.

7.Si su respuesta anterior fue afirmativa conteste los siguiente: Cada cuanto tiempo necesitaría que la Municipalidad recogiera los desechos de envases tetra brit recolectados:

Todos los días

Cada tres días

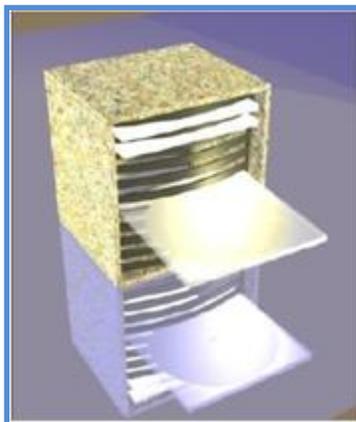
Una vez por semana

Cada quince días

ANEXO 4: Ejemplos de Artículos que mostraron a la población de Oreamuno durante la Encuesta.



ANEXO 5: Ejemplos de Artículos elaborados con tetra brik (basado en Zue, 2007) y Boletín Dos Pinos









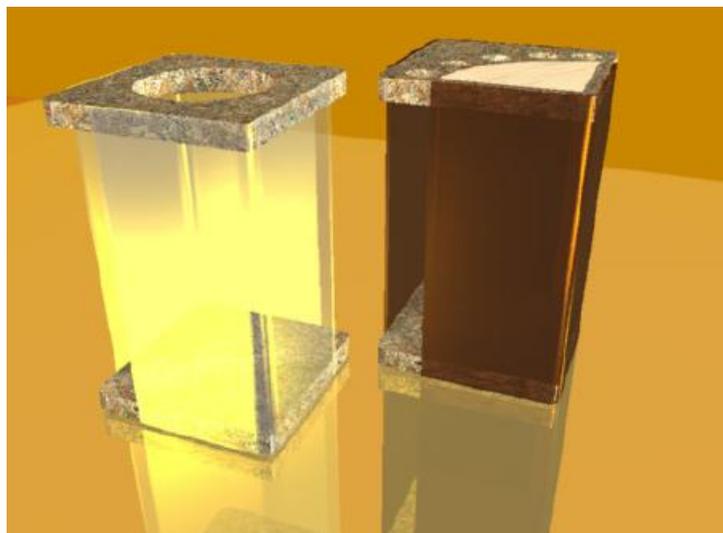
Panel recubrimiento de paredes.



Muebles



Productos varios para el hogar.



ANEXO 6: Cuadros de resultados obtenidos con el programa SPSS para la encuesta a la población.

Estadísticos

		Sexo	Edad	Grado Académico	Distrito
N	Válidos	84	84	84	84
	Perdidos	4	4	4	4

Tabla de frecuencia**Sexo**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Mujer	47	53.4	56.0	56.0
	Hombre	37	42.0	44.0	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Edad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	15-18 años	1	1.1	1.2	1.2
	18-29 años	19	21.6	22.6	23.8
	30-39 años	24	27.3	28.6	52.4
	40-49 años	17	19.3	20.2	72.6
	mayor de 50	23	26.1	27.4	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Grado Académico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Primaria	23	26.1	27.4	27.4
	Secundaria	40	45.5	47.6	75.0
	Universitario	21	23.9	25.0	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Distrito

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	San Rafael	42	47.7	50.0	50.0
	Cot	32	36.4	38.1	88.1
	Potrero cerrado	4	4.5	4.8	92.9
	Cipreses	4	4.5	4.8	97.6
	Santa Rosa	2	2.3	2.4	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Tabla de frecuencia**Conoce los envases tetra brik?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	84	95.5	100.0	100.0
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Compra productos en envases tetra brik?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válidos	Sí	74	84.1	88.1
	No	10	11.4	11.9
	Total	84	95.5	100.0
Perdidos	Sistema	4	4.5	
Total		88	100.0	

Tipos de productos en envase tetra brik que compra

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Solo lácteos	6	6.8	7.1	7.1
	solo jugos	6	6.8	7.1	14.3
	Jugos y lácteos	28	31.8	33.3	47.6
	Lateos y vinos	6	6.8	7.1	54.8
	lacteos,jugos y salsas	12	13.6	14.3	69.0
	Lacteos, jugos, vinos, salsas	6	6.8	7.1	76.2
	lateos,jugos,vinos	15	17.0	17.9	94.0
	Ninguno	5	5.7	6.0	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Los envases tetra brik se pueden reciclar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	80	90.9	95.2	95.2
	No	4	4.5	4.8	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Los envases de vidrio se pueden reciclar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	80	90.9	95.2	95.2
	No	4	4.5	4.8	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

El papel y el cartón se pueden reciclar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	80	90.9	95.2	95.2
	No	4	4.5	4.8	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Separa y lleva a centros de acopio residuos sólidos de su hogar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	41	46.6	48.8	48.8
	No	43	48.9	51.2	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Tipos de materiales que lleva a reciclar

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	tetra brik y otros	28	31.8	33.3	33.3
	otros excepto tetra brik	11	12.5	13.1	46.4
	Ninguno	43	48.9	51.2	97.6
	8	1	1.1	1.2	98.8
	12	1	1.1	1.2	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Ha participado en la campaña Ambientados en Oreamuno?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	24	27.3	28.6	28.6
	No	17	19.3	20.2	48.8
	3	43	48.9	51.2	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Estaría dispuesto a separar envases tetra brik en su hogar para llevarlos a reciclar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	63	71.6	75.0	75.0
	No	21	23.9	25.0	100.0
	Total	84	95.5	100.0	
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Está dispuesto a participar en campañas de reciclaje de tetra brik en Oreamuno?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
--	--	------------	------------	-------------------	----------------------

Válidos	Si	84	95.5	100.0	100.0
Perdidos	Sistema	4	4.5		
Total		88	100.0		

Está dispuesto a comprar artículos hechos de TECTÁN®

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	86	97.7	98.9	98.9
	No	1	1.1	1.1	100.0
	Total	87	98.9	100.0	
Perdidos	Sistema	1	1.1		
Total		88	100.0		

Aspectos más importantes para comprar un mueble en su hogar u oficina

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	solo el acabado	11	12.5	12.6	12.6
	solo el material	11	12.5	12.6	25.3
	solo el precio	9	10.2	10.3	35.6
	acabado y material	8	9.1	9.2	44.8
	acabado y precio	19	21.6	21.8	66.7
	material y precio	8	9.1	9.2	75.9
	acabado, material y precio	21	23.9	24.1	100.0
	Total	87	98.9	100.0	
Perdidos	Sistema	1	1.1		
Total		88	100.0		

ANEXO 7: Cuadros de resultados obtenidos con el programa SPSS para la encuesta a los comercios.

Distrito

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	San Rafael	8	50.0	50.0	50.0
	Cot	4	25.0	25.0	75.0
	Potrero Cerrado	2	12.5	12.5	87.5
	Cipreses	1	6.3	6.3	93.8
	Santa Rosa	1	6.3	6.3	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

Tipo de comercio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Pulpería	8	50.0	50.0	50.0
	Supermercado	2	12.5	12.5	62.5
	Licorera/Bar	2	12.5	12.5	75.0
	Soda/ Restaurante	4	25.0	25.0	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

En el comercio se venden tetra briK?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	16	100.0	100.0	100.0

Capacidad de los envases que vende en su negocio mayormente

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	250 mL	7	43.8	43.8	43.8
	1 L	5	31.3	31.3	75.0
	500 mL	4	25.0	25.0	100.0

Capacidad de los envases que vende en su negocio mayormente

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	250 mL	7	43.8	43.8	43.8
	1 L	5	31.3	31.3	75.0
	500 mL	4	25.0	25.0	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

Capacidad de los envases que vende en su negocio mayormente

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	250 mL	7	43.8	43.8	43.8
	1 L	5	31.3	31.3	75.0
	500 mL	4	25.0	25.0	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

Cantidad de envases mensuales que vende

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	menos de 100	8	50.0	50.0	50.0
	100-1000	8	50.0	50.0	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

Está dispuesto a apyar campañas de reciclaje en su negocio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	16	100.0	100.0	100.0

Estaría dispuesto a colocar en su negocio contenedores municipales para los envases tetra brik

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sí, Dentro del Negocio	7	43.8	43.8	43.8
	Sí, en la Entrada del Negocio	9	56.3	56.3	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

Cada cuanto tiempo necesitaría que la municipalidad recogiera los residuos de los envases de tetra brik recolectados en su negocio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	cada tres días	5	31.3	33.3	33.3
	Una vez por semana	6	37.5	40.0	73.3
	cada quince días	4	25.0	26.7	100.0
	Total	15	93.8	100.0	
Perdidos	Sistema	1	6.3		
Total		16	100.0		