

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN
INFORME DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

***ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS DESECHOS EN PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN
ETAPA 1 EVALUACIÓN Y MONITOREO***

Realizado por :

Ing. Ana Grettel Leandro Hernández

Escuela de Ingeniería en Construcción

Centro de Investigaciones en vivienda y construcción CIVCO

Octubre 2005

INDICE

Tema	Página
Introducción	2
Objetivos del Proyecto	7
Antecedentes	7
Legislación vigente	9
Descripción de los proyectos de construcción monitoreados	10
Proyecto Casagri	10
Proyecto Monterán	12
Proyecto Zurquí	13
Resultados	15
Prácticas actuales en la gestión y Manejo de los dese.....	15
Identificación de los desechos	17
Cuantificación de los desechos	19
Gráficos	24
Análisis de resultados	28
Desechos de actividades subcontratadas	32
Análisis de Cuantificación de Desechos	35
Conclusiones	37
Recomendaciones	40
ANEXOS	42
Costos de Disposición de desechos	43
Costos de Transporte	43
Identificación de oportunidades para imitar experiencias internacionales	44
Materiales de Contenido reciclado	45
Reúso de materiales	46
Minimización de Materiales de Construcción	47
Reutilización de residuos sólidos	49
Análisis de Bibliografía	49

ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS DESECHOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN ETAPA 1 EVALUACIÓN Y MONITOREO

INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presentan los resultados del proyecto de investigación ***Administración y Manejo de los Desechos en Proyectos de Construcción Etapa 1 Evaluación y Monitoreo.***

Como parte del proyecto, se monitorearon tres proyectos de construcción de áreas entre 600m² y 1000m². El primer proyecto monitoreado fue la construcción de las oficinas de La Casa del Agricultor en Cartago (CASAGRI), el segundo y tercer proyecto corresponden a dos viviendas de lujo ubicadas en Monterán, Concepción de Tres Ríos y San José de San Isidro de Heredia (Casa Zurquí) respectivamente.

Los proyectos se visitaron semanalmente con el objetivo de darle seguimiento a la cantidad de desechos generados. La cuantificación final se basó en el número de viajes de desechos que se sacaron del proyecto.

Para facilitar la cuantificación de los desechos en el sitio, se construyeron recipientes de aproximadamente la misma capacidad de los camiones en los que se transportaban los mismos. De esta manera conociendo la capacidad del camión en toneladas se pudo obtener la cantidad de desechos por peso.

El transporte y disposición de los desechos se realizó conforme se fueron generando desechos. En el primer proyecto construido por la Empresa Constructora AP constructores, el camión pertenecía a la empresa, y tenía una capacidad de 1.5 toneladas. En las viviendas Monterán y Zurquí, construidas ambas por la Empresa DECISA, el transporte se contrató a la empresa Transportes Álvarez Mejía, la cual se especializa en este tipo de transportes, en ambos casos se utilizó un camión de 4 toneladas de capacidad.

Una práctica común en el sector de la construcción es que los desechos que se producen en los proyectos se depositen sin tratamiento o clasificación previa en rellenos sanitarios o botaderos municipales, sin embargo también se dan muchos casos en que estos desechos se depositan en lotes baldíos u otros sitios. Esta situación hace que sea necesario tomar medidas al respecto ya que no sólo se

está contaminando el ambiente sino también en muchos casos se botan materiales que aun tienen alguna posibilidad de ser utilizados.

Otro factor importante a tomar en cuenta es que la disposición final de los desechos tiene un costo asociado. Este costo, depende del lugar donde se depositen. El costo que se cobra en los lugares oficiales de depósito, tales como botaderos y rellenos sanitarios, es por peso. La tabla de costos de presenta en el Anexo 1.

Durante el monitoreo de los proyectos fue posible observar las prácticas actuales en el manejo y administración de proyectos de construcción. Se pudo determinar que la cantidad de desechos que se generan en las obras de construcción está directamente relacionada con los siguientes aspectos

- Políticas de administración del proyecto
- Capacitación de la mano de obra
- Políticas de proveeduría y manejo de materiales
- Calidad de la mano de obra
- Tamaño de la obra
- Complejidad del proyecto
- Modulación en el diseño de los espacios

El material de desecho predominante es la madera, ésta en su mayor parte, es resultante de los procesos constructivos especialmente madera que fue utilizada como formaleta, puntales, alfajillas, codales, etc.

La madera es un recurso muy abundante en los proyectos de construcción. Tiene gran aplicación en todas las etapas de la construcción, su uso va desde la obra gris, hasta acabados y muebles. En el caso de estructuras temporales la cantidad a utilizar depende mucho del sistema constructivo que se elija y de las tecnologías seleccionadas para realizar los procesos constructivos. Cuando se utiliza como parte de las estructuras temporales es usual que se deseche después de varios usos, el número de usos depende del tipo de madera y de las condiciones a las que fue expuesta. Normalmente, se le da varios usos por lo que es normal que se apile aparte del resto de los desechos. Al final de su vida útil normalmente se utiliza como leña para quemar. Generalmente este tipo de desecho, se regala a familias que cocinan con *“cocina de leña”*.

Como resultado de las prácticas normales de trabajo, fue posible observar que en su mayoría los subcontratistas tienen mayor control de sus desechos y producen menos desechos en el sitio. Esto por cuanto la economía y optimización de los materiales les permite obtener mayor utilidad. En algunos casos la utilidad con la que participan en un proyecto es tan baja, por la competencia, que la ganancia la obtienen del manejo optimo de los materiales y los tiempos de trabajo.

En el presente proyecto, especialmente en la construcción de las viviendas Monterán y Zurquí, se puede decir que se dio un buen manejo de los materiales y por lo tanto los desechos fueron muy reducidos. Se pudo constatar las políticas de administración que fueron implementadas por el ingeniero del proyecto en donde se especifica que los materiales que se manejan en obra son estrictamente los necesarios.

Como parte de estas políticas, se planifica la proveeduría de tal manera que se llevan al sitio la cantidad de materiales necesarios, de modo tal que no hagan falta materiales que atrasen el proyecto, pero que tampoco se aumente el desperdicio porque los trabajadores observan abundancia de los mismos.

La capacitación y concientización del uso y manejo adecuado de los materiales es un aspecto fundamental para reducir los desechos. Esta capacitación recae principalmente en el Ingeniero a cargo del proyecto y el Maestro de Obras. Por ejemplo; el maestro armador debe conocer como modular las varillas de tal manera que no se produzcan desperdicios en el acero. También los carpinteros deben conocer de que manera optimizar la madera y el albañil como utilizar adecuadamente los materiales de modo que no haya desperdicio.

En general se puede decir, que en todo proyecto de construcción es posible disminuir el desperdicio de materiales y por ende la cantidad de desechos mediante adecuados controles. La dirección y políticas de manejo de materiales por parte del ingeniero director de obra son básicas. Asimismo, la supervisión por parte del maestro de obras. El Ingeniero del proyecto en conjunto con el Maestro de Obras tienen la responsabilidad sobre el uso y manejo adecuado de los materiales, ellos deben promover una disminución de los desechos por medio del óptimo aprovechamiento de los materiales y además tienen la responsabilidad de capacitar a sus trabajadores como modular materiales tales como madera, acero de refuerzo etc.,

Por otra parte, se pudo observar que existe desconocimiento en general del tema de manejo de los desechos. Muchos de los trabajadores de la construcción han venido efectuando las mismas prácticas durante muchos años, lógicamente los tiempos cambian y las prácticas deben adaptarse a estos cambios. Algunos de los recursos que en el pasado se consideraron inagotables se han vuelto agotables en la actualidad por lo que es muy importante la concientización en el uso y optimización de los recursos.

El manejo de los desechos es una cultura que es necesario implementar en los sitios de trabajo sin embargo, en la mayoría de los casos este será un cambio importante que para que sea exitoso debe implementarse en pequeños pasos. La capacitación juega un papel de gran importancia en este proceso.

De la experiencia obtenida en el monitoreo de los desechos, es posible concluir que el simple hecho de poner un recipiente o contenedor para la recolección de

los mismos y dar las indicaciones necesarias para que se deposite ahí la basura, hace que el proyecto se ordene y que se trabaje con mayor orden y limpieza. Es decir, que el colocar en la obra un recipiente y destinar un espacio exclusivo para depositar los desechos, son acciones de cambio importantes para iniciar una cultura de manejo y disposición adecuada de los desechos.

El orden y la limpieza del sitio de trabajo, especialmente en las obras de construcción, tienen grandes beneficios para el proyecto y su personal. Entre otros se pueden mencionar los siguientes:

- Aumento de la productividad
- Disminución de accidentes
- Aumento de la motivación
- Mejor imagen del proyecto y la Empresa



Fotografía 1: muestra el apilamiento de la madera en el proyecto Monterán

Las Fotografías 2 y 3 muestran el orden del trabajo en el proyecto Monterán y Zurquí respectivamente



Fotografía 2



Fotografía 3

Administración y Manejo de los Desechos en la Construcción
Autor: Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, MSCE

OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Objetivo Principal

Evaluación de las prácticas actuales en el manejo y administración de los desechos en los proyectos de construcción y monitoreo y cuantificación de la cantidad y tipo de materiales de desecho mas frecuentes en edificaciones.

Objetivos específicos

- Determinar los tipos de materiales de desecho mas frecuentes en la construcción de edificaciones
- Conocer la práctica actual en su generación, regulación, manejo y alternativas de disposición de los desechos de la construcción.
- Cuantificar la cantidad de desechos de los materiales más utilizados
- Identificar posibles alternativas para el manejo adecuado y responsable de los desechos generados por las actividades de la construcción a fin de minimizar el impacto al ambiente.
- Identificar barreras y oportunidades para el manejo y disposición de los desechos en las construcciones.
- Revisión de la legislación alrededor del manejo de materiales de desecho de construcción.

ANTECEDENTES

La industria de la construcción juega un papel de gran importancia en la economía de los pueblos pues está directamente relacionada con su desarrollo y crecimiento. Sin embargo esta misma actividad se constituye en un riesgo para el ambiente puesto que exige un gran consumo de recursos naturales y a la vez se producen grandes volúmenes de desechos. Estos residuos son normalmente el resultado de los procesos constructivos que son necesarios para la realización de un proyecto.

Actualmente la necesidad de protección al medio ambiente exige la necesidad de aplicación de mecanismos y estrategias de acción que permitan que estos desechos sean manejados responsablemente. Cada día se vuelve más necesario proteger el paisaje, utilizar racionalmente los recursos de la construcción y realizar una gestión adecuada en el manejo de los mismos.

El sector de la construcción, al igual que muchos otros sectores industriales, deberá de reconocer los problemas medioambientales que provoca y ha de buscar soluciones y alternativas a estos problemas no solamente con el desarrollo de nuevos sistemas constructivos que ahorren energía y materias primas en la producción de nuevos materiales, sino por medio de la administración responsable de los procesos constructivos y de los diseños.

Existe un potencial importante en cada proyecto para lograr estos objetivos a través de su ciclo de vida. Durante la etapa de diseño, los arquitectos pueden contribuir a darle solución al problema promoviendo la utilización de la estandarización y la modulación de los espacios para evitar que se produzcan grandes cantidades de desperdicios de materiales.

Se hace necesario además buscar y aplicar alternativas para un manejo y gestión adecuado de los desechos. Una alternativa razonable y viable es la aplicación de las 4R de la basura es decir **Reciclar**, **Reducir**, **Reutilizar** y **Rechazar**.

Mediante la aplicación de este tipo de alternativas se estará ayudando doblemente al ambiente en primer lugar mediante la optimización y uso racional de los recursos y por ende la reducción de la cantidad de desechos que se generan, y en segundo lugar la menor extracción de materia prima de la naturaleza. Además indirectamente se promueve la reducción de costos de los proyectos, aspecto que es de gran importancia en el sector construcción.

Para la óptima aplicación de estos conceptos es necesario contar con ciertos aspectos que ayuden a controlar y aplicar efectivamente una adecuada gestión y manejo. Entre estos aspectos están los siguientes:

- Una legislación adecuada que regule el uso y destino de los residuos de construcción y demolición.
- La infraestructura necesaria para llevar a cabo el cumplimiento de esta normativa (suficientes vertederos controlados y empresas de reciclaje).
- Capacitación a los Diseñadores, directores de proyectos y Maestros de Obra sobre el tema de los desechos y su uso y manejo responsable.
- Adopción de medios y disposiciones responsables por parte de los profesionales.
- Aplicación del concepto de las 3 R en los proyectos

Legislación vigente con relación a los desechos de la construcción

En materia de desechos producto de la construcción, no se encontró nada específico para Costa Rica

Existe una propuesta de Ley de Manejo de los Desechos Sólidos y Peligrosos

(Expediente # 12.631), sin embargo todavía no ha sido aprobada.

La ley que se refiere al manejo de los desechos es la Ley de Salud, sin embargo no existe en esta ley una reglamentación para desechos de la construcción.

Según consulta realizada en el IFAM, las Municipalidades cuentan con reglamentos para manejo de desechos, pero no hay en vigencia ningún reglamento específico para desechos de la Construcción.

Descripción de los proyectos de construcción monitoreados

Para la realización del presente proyecto de investigación se monitorearon tres obras de construcción. Las obras se seleccionaron tomando como parámetro que se pudiera participar en el proceso de recolección de datos desde el comienzo de las mismas es decir, que las construcciones se estuvieran iniciando en el momento de inicio del proyecto de investigación. A continuación se detallan algunas características de cada una de las obras visitadas:

Proyecto Casagri



Fotografía # 4 Casa Del Agricultor CASAGRI

Proyecto de Construcción: Casagri (Casa del Agricultor)

Ubicación: Zona Industrial La Lima, Cartago

Área de Construcción: Aproximadamente 800m²

Empresa Constructora: Constructora AP

Descripción del Proyecto: El proyecto constó de un edificio de oficinas para la empresa Casagri (Casa del Agricultor). El Sistema Constructivo fue mixto compuesto de la siguiente manera.

Fundaciones y pedestales de concreto estructural, estructura de acero y paredes exteriores y de baterías de servicios sanitarios y baños de mampostería. Paredes internas de estructura liviana. Pisos de cerámica, el sistema techo de Termopanel.

Generalidades

El proyecto de construcción se inició el 31 de marzo del 2003. Desde el inicio del proyecto se contó con la colaboración del Ing. Eduardo Arrieta, Presidente de la Empresa y del Sr. Manuel Solano como Maestro de Obras.

Gestión

Para facilitar la clasificación de los desechos y poder llevar un control aproximado de la cantidad de desechos que se generaron en el proyecto se construyeron dos recipientes de madera de 2.15m de largo x 0.95m de ancho x 0.90 de altura.

Desde un inicio, se acordó con el Maestro de Obras que uno de los recipientes se utilizaría solamente para madera para evitar la contaminación con otros desechos como residuos de concreto, el otro recipiente se dividió en dos partes con el objetivo de colocar pedazos de bloques en una mitad y residuos de acero en la otra. En la siguiente fotografía se observa uno de los recipientes construidos.



Fotografía 5 Recipiente para desechos

Proyecto Monterán



Fotografía 6 Proyecto Monterán

Información general

Proyecto de Construcción : Casa de Habitación Carlos Oreamuno

Ubicación: Monterán Concepción de tres Ríos, Cartago

Área de Construcción: Aproximadamente 600m²

Empresa Constructora : Constructora DECISA

Monto Construcción: \$500.000

Descripción del proyecto

La construcción consta de una vivienda habitación de dos plantas. El sistema constructivo es de bloques de concreto y estructura de vigas y columnas en concreto reforzado, acabados de lujo, estructura de techo de metal con cubierta de HG y tejas.

Gestión

En todo momento se contó con la colaboración del Ing. Carlos Rodríguez de la Empresa DECISA y del Maestro de obras Sr. Miguel Román.

En este proyecto se construyó un recipiente de madera con las siguientes dimensiones 2.10m de ancho x3.40mde largo x.60m de altura. (tamaño del cajón del camión que transporta los desechos para la empresa). Se colocó en una posición estratégica de tal manera que quedara fácil la disposición de los desechos y que a la vez no interrumpiera las actividades normales del proyecto.

Proyecto Zurquí



Fotografía 7 Proyecto Zurquí

Información general: El proyecto consiste en la construcción de una vivienda, la construcción de una cancha de squash y una cancha de fútbol. La construcción es con acabados de lujo.

Proyecto de Construcción : Casa de Habitación Rodolfo Echeverría

Administración y Manejo de los Desechos en la Construcción
Autor: Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, MSCE

Ubicación: San José de San Isidro de Heredia, (Cerro Zurquí)

Área de Construcción: Aproximadamente 800m², cancha squash 200m², vivienda 600m²

Adoquinado de calle y accesos 2000m²

Empresa Constructora : Constructora DECISA

Monto Construcción: \$700.000

Gestión

Se contó con la colaboración del Ing. Carlos Rodríguez como director del proyecto y del Sr. Albino Bonilla, como Maestro de Obras

Para la recolección de los desechos se construyó un cajón de madera de 3.40mx2.10mx.60m, el cual se ubicó al lado de la carretera de acceso, exterior al proyecto y contiguo a la bodega. De esta manera el depósito de los desechos se simplificó para los trabajadores y la disposición de los mismos se facilitó para el transportista que los sacaba del proyecto.



Fotografía 8 recipiente de desechos Proyecto Zurquí

RESULTADOS

Prácticas Actuales en la Gestión y Manejo de los Desechos de construcción

Actualmente en nuestro país no se conoce de proyectos en donde se efectúe un manejo planificado de los desechos. Por lo que no se conoció en esta etapa de ningún proyecto de construcción en donde se realice una gestión de manejo de los desechos con el objetivo de reciclar, reusar y reducir la cantidad de los mismos.

Algunas de las empresas que practican la seguridad realizan una labor de señalización con lo cual al menos destinan un lugar para la disposición de los mismos. Esta gestión la realizan con el objetivo de disminuir los accidentes dado que donde no hay orden y limpieza existe mayor posibilidad y peligro de que suceda un accidente.

Preliminarmente, en los proyectos monitoreados no se tenía planificado llevar ningún control de los desechos por parte de las empresas, sin embargo se brindó todo el apoyo para realizar este proyecto de investigación. Lo que demuestra que existe deseo de aplicar estos conceptos en el sitio de trabajo, lo que se necesita es información y guía de cómo hacerlo.

Se pudo comprobar que con sólo el hecho de colocar un recipiente en donde se depositen los desechos se obtienen varios beneficios entre los que se pueden citar

- Mayor orden y limpieza del proyecto
- Se desarrolla una cultura de depositar los desechos en un solo lugar
- Se disminuyen los accidentes
- Se siente en el personal un ambiente positivo al estar trabajando en un sitio ordenado.
- Se tiene un mayor control de lo que realmente se quiere desechar y botar
- Se mejora la imagen del proyecto y de la empresa

Estas características se comenzaron a notar desde un inicio con el primer proyecto monitoreado, aun cuando en este no había un estricto orden y limpieza del sitio. En los proyectos de vivienda Monterán y Zurquí aplicó también la misma metodología pero con una mayor coordinación entre el Ingeniero del proyecto, el Maestro de Obras y el investigador. En estos proyectos, se pudo comprobar que existió en todo momento limpieza y orden en el sitio y además se comprobó la diferencia del ambiente de trabajo con sólo destinar un sitio específico para la recolección de los desechos.

En el primer proyecto visitado Casagri, se tuvo muy poca relación con el ingeniero del mismo. El Maestro de obras fue el contacto principal, la única directriz girada fue el colocar en uno de los recipientes los residuos de madera y en el otro recipiente el resto de desechos y de no sacar los desechos sin antes cuantificarlos.

En este proyecto se ejecutó la práctica normal de la Empresa AP en el manejo de los desechos. Según se indicó, se llevan al botadero Municipal únicamente los desechos de basura, la madera se recoge en las bodegas de la empresa. El material de techo sobrante fue recogido por el subcontratista. El resto de actividades fue realizado por subcontratistas quienes se encargaron del manejo de sus propios desechos.

Normalmente la madera se regala o se quema, los sobrantes de materiales como adoquines y bloques se recogen en la bodega de stock o se entregan a fincas y lotes donde reciben escombros.

En este proyecto se generaron grandes cantidades de papeles producto principalmente de las bolsas de cemento. La práctica normal fue colocarlos dentro de un estañón y quemarlos dado que, según el maestro de obras, estos desechos ocupan mucho volumen para transportarlos.

En los dos proyectos de vivienda Monterán y Zurquí se tuvo un mayor contacto con el Ingeniero del proyecto así como con los Maestros de Obra y planilleros quienes ayudaron a llevar el control de las salidas de material de desecho.

En estos proyectos, dado que ambos fueron dirigidos por el mismo ingeniero, las políticas de manejo de materiales fueron similares. Los desechos de basura y escombros se colocaron en un solo recipiente, la madera se apiló en un lugar específico una vez utilizada y solamente se clasificaban como madera de desecho aquellos elementos que habían agotado su vida útil.

Del apilamiento de madera utilizada se sacaban estacas y otras piezas de madera que se necesitaban en el proyecto. Así como formaleta que podía volver a utilizarse.

Se contrató una empresa de transportes para que sacara la basura del proyecto. El ingeniero a solicitud del maestro de obras solicitaba al proveedor que enviara el camión a recoger la basura cada vez que el recipiente estaba lleno. Cada recipiente lleno correspondía a un viaje del camión.

No se mezclaron en ningún momento viajes de madera con desecho. Se realizaron viajes de madera (leña) y viajes de escombros y basura separadamente. Como los escombros tienen mas peso, se deben de cargar menos volumen en el camión. Según la encargada del transporte, el camión no

puede sobrepasar su capacidad en peso, por el peligro que representa especialmente al descargar el material en el relleno sanitario.

Los desechos generados de cada material se tuvieron las siguientes características:

Identificación de los Desechos

El tipo de desecho que se genera en los proyectos de construcción está directamente relacionado con la etapa del proyecto

Con relación a la identificación de los desechos se pueden agrupar en tres grupos principales.

1. Estructura
2. Acabados
3. Subcontratos

1. Estructura

En esta etapa de la obra se identifican los siguientes desechos:

Acero de refuerzo
Acero estructural
Madera
Concreto
Bolsas de papel
Pedazos de bloques y ladrillos
Plásticos
Estereofón

Tubos
Cables
Gypsum
Hierro galvanizado
Plásticos
Tarros de pintura
Pedazos de vidrio
Pedazos de cerámica
Cartón y papel

2. Acabados

Tarros de pintura
Madera de acabados
Plásticos
Gypsum
Estructura de HG
Cerámica
Cartón
Papel

3. Subcontratistas

Pedazos de purlings

4. Otros residuos

Entre estos residuos podemos observar, cascos, zapatos viejos, comida, botellas de plástico, cajas de tetrabrick

Seguidamente las fotografías 9,10,11,12 presentan ejemplos de los desechos mencionados



Fotografía 9



Fotografía 10



Fotografía 11

Fotografía 12



CUANTIFICACION DE DESECHOS

Tabla 1
Resumen de Desechos

PROYECTO	MADERA toneladas	BASURA toneladas	ESCOMBROS toneladas	CAP. TON. CAMION	No Viajes	COSTO TOTAL
Casagri	8	8	5	1.5	14	-----
Monterán	35	18	44	4.0	25	350.000
Zurquí	44	51	41	4.0	34	884.000
TOTAL(3 Proyectos)	87	77	90			

Tabla 2
Composición de la Basura

MATERIAL	% en Volumen Viviendas	% en Volumen Casagri
Papel	25	25
Cartón	10	5
Acero refuerzo	0.5	.5
Alambre	0.5	.5
Madera (mezclada con basura)	20	10
Plásticos	10	15
Pedazos de Tubos	2	5
Pedazos láminas	3	1
Pedazos de bloques	1	2
Estereofón	3	10
Tierra	5	6
Otros: zapatos, cascos, tarros de pintura,, comida, etc.	20	20
Total	100%	100%

Tabla 3
Composición de los escombros

Material	% en Volumen Vivienda	% en Volumen Casagri
Rebabas de concreto	20	25
Tierra contaminada (mezclada con otros materiales)	40	35
Sobrantes de concreto	5	10
Ladrillos (pedazos pequeños)	25	0
Pedazos de bloques	5	20
Otros	5	10

Tabla 4
Toneladas de Desechos/m2 (Vivienda lujo)

PROYECTO	MADERA Toneladas/ m2	BASURA Toneladas/ m2	ESCOMBROS Toneladas/m2
Monterán	0.07	0.03	0.08
Zurquí	0.07	0.08	0.06
Promedio /m2	0.07	0.05	0.07

TABLA 5 Toneladas de desecho/m2
(industrial promedio 2004 Mayo 2005)

PROYECTO	MADERA Toneladas/ m2	BASURA Toneladas/ m2	ESCOMBROS Toneladas/m2
CASAGRI	.01	.01	.006

Tabla 6
Metros cuadrados de construcción
Período Mayo 2000- Mayo 2005

Tipo de Edificación	Metros de Construcción						Inc. Ab
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Vivienda	331,826	540,976	486,370	482,254	1,111,834	967,177	-144,657.00
Industria	37,602	59,515	49,328	115,931	137,777	98,552	-39,225.00
Comercio	70,443	125,974	130,851	189,803	312,411	184,002	-128,409.00
Otros	28,987	32,276	23,118	47,789	37,749	174,494	136,745.00
Total	468,858	758,741	689,667	835,777	1,599,771	1,424,225	-175,546.00
							-10.97%

Fuente: CFIA, datos depurados Cámara Costarricense de la Construcción

TABLA # 7
Metros cuadrados de construcción de Vivienda
Por rango de Tamaño
Enero 2004- julio 2004

Rango	Metros Cuadrados						
	Ene-04	Feb-04	Mar-04	Abr-04	May-04	Jun-04	Jul-04
0 - 70 Metros	26,872	33,685	66,040	44,830	68,497	47,192	45,750
71 - 200 Metros	20,780	38,066	76,097	47,787	60,543	44,467	40,088
201 - 400 Metros	16,312	18,242	34,643	28,710	28,372	20,613	21,605
401 - 800 Metros	7,187	9,525	16,571	15,356	19,879	13,684	5,382
801 - 1500 Metros	3,183	5,359	4,988	1,781	16,292	-	2,779
Más de 1500 Metros	11,467	31,663	3,265	17,482	39,245	11,412	1,750
Total	85,801	136,540	201,604	155,946	232,828	137,368	117,354
	31.32%	24.67%	32.76%	28.75%	29.42%	34.35%	38.98%

Fuente: Cámara Costarricense de la Construcción, Direcc. Financiera

TABLA # 8
Metros cuadrados de construcción de Vivienda
Por rango de Tamaño
julio 2004- Dic 2004

Rango	Jul-04	Ago-04	Sep-04	Oct-04	Nov-04	Dic-04	TOTAL
0 - 70 Metros	45,750	42,526	37,752	46,262	31,738	29,988	521,132
71 - 200 Metros	40,088	37,263	37,905	41,392	32,382	27,315	504,085
201 - 400 Metros	21,605	21,781	16,007	18,218	20,577	10,225	255,305
401 - 800 Metros	5,382	6,417	5,246	7,585	5,757	4,937	117,526
801 - 1500 Metros	2,779	4,316	10,068	1,943	6,464	5,074	62,247
Más de 1500 Metros	1,750	-	25,800	18,376	114,555	9,018	284,033
Total	117,354	112,303	132,778	133,776	211,473	86,557	1,744,328

Fuente: Cámara Costarricense de la Construcción, Direcc. Financiera

TABLA # 9
Metros cuadrados de construcción de Vivienda
Por rango de Tamaño
Feb 2005- Agosto 2005

Rango	Ene-05	Feb-05	Mar-05	Abr-05	May-05	Jun-05	Jul-05	Ago-05	TOTAL
0 - 70 Metros	65,086	34,366	39,806	31,247	34,439	34,222	22,342	16,010	
71 - 200 Metros	63,883	35,379	44,704	39,407	50,592	41,406	55,871	33,873	
201 - 400 metros	38,136	14,882	21,026	24,329	28,608	21,658	2,779	17,806	
401 - 800 Metros	16,021	8,905	7,997	10,631	10,992	8,444	8,495	11,477	82,962
801 - 1500 Metros	10,871	6,637	5,146	1,425	5,795	1,772	4,552	6,461	
Más de 1500 Metros	16,852	6,091	13,174	4,601	33,568	15,460	22,089	6,261	
Total	210,849	106,260	131,853	111,640	163,994	122,962	116,128	91,888	
	30.87%	32.34%	30.19%	27.99%	21.00%	27.83%	19.24%	17.42%	

Fuente: Cámara Costarricense de la Construcción, Direcc. Financiera

Tabla # 10
Promedios de metros cuadrados de construcción de Vivienda en rangos de 401-800 M2

Rango	Promedio 2004/mes	Promedio 2005/mes	Promedio 2004-2005/mes
401 - 800 Metros	9793.83	10370	10081.92

Tabla 11
Estimación de Desecho de Construcción producidos en el período de Enero a Mayo del 2005 en viviendas en el rango de 401- 800M2

Material de Desecho	Toneladas producidas de Enero a mayo 2005
Madera (0.07tn/m2)	3528.67
Basura (0.05tn/m2)	2520.5
Escombros (0.07tn/m2)	3528.67

Tabla 12

Administración y Manejo de los Desechos en la Construcción
 Autor: Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, MSCE

Estimación de los m2 de construcción industrial por mes en el período del 2004 a Mayo del 2005

Actividad	Promedio M2 de construcción/mes 2004	Promedio m2 de construcción/mes 2005	Promedio m2 de construcción 2004-2005/mes
Industrial	11481.4	8212.7	9847.04

Tabla 12

Estimación de los desechos de construcción en el área industrial en el período de Enero a Mayo del 2005 según proyección con base a proyecto Casagri

Material de Desecho Proyecto Casagri	Toneladas de desecho producidas de enero a mayo 2005
Madera (0.01tn/m2)	492.35
Basura (0.01tn/m2)	492.35
Escombros (0.006tn/m2)	295.41

Gráficos

Gráfico N° 1

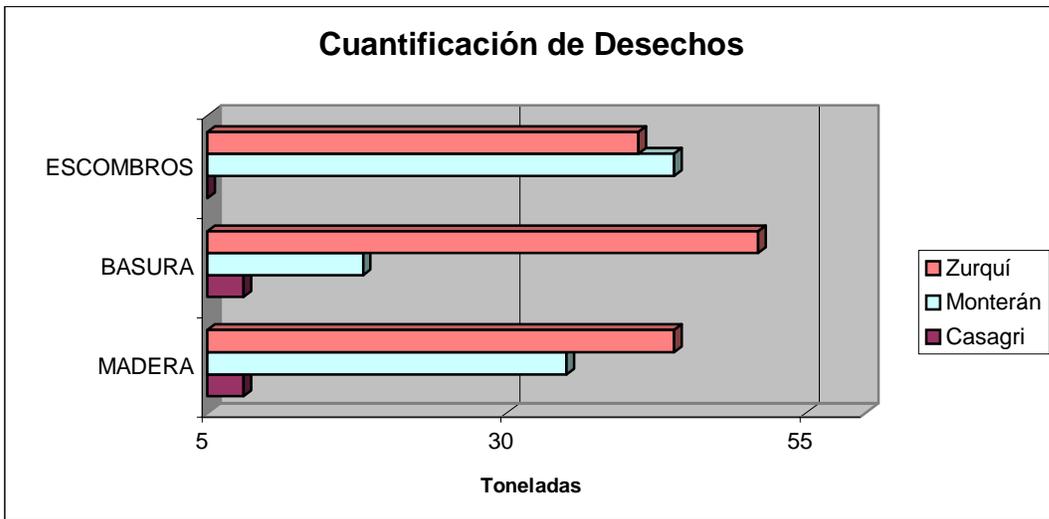


Gráfico N°2

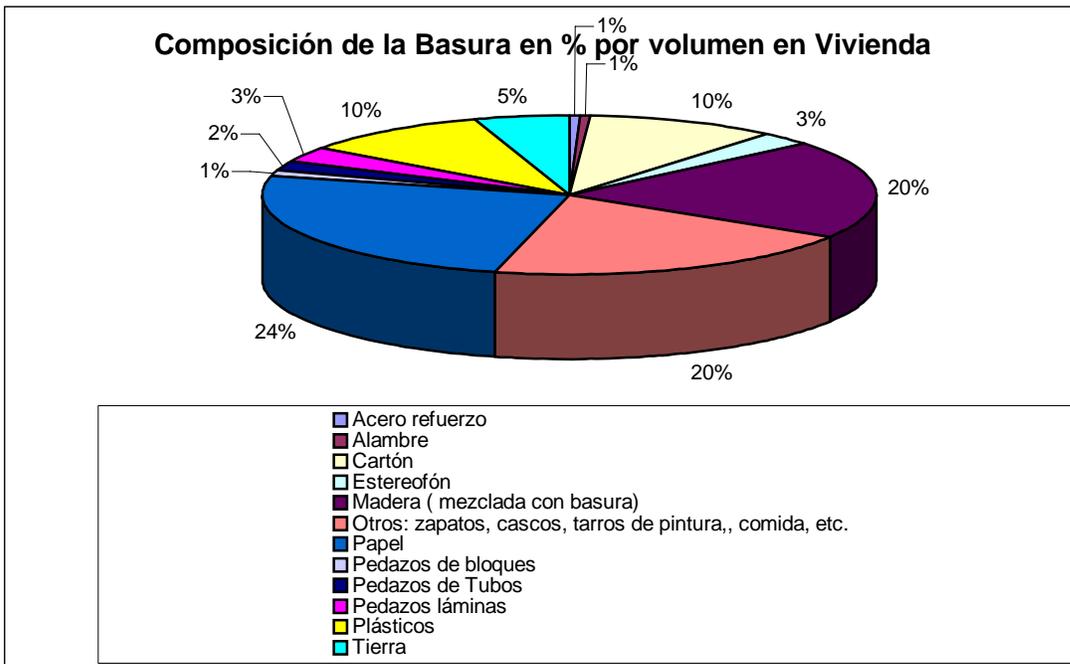


Gráfico N° 3

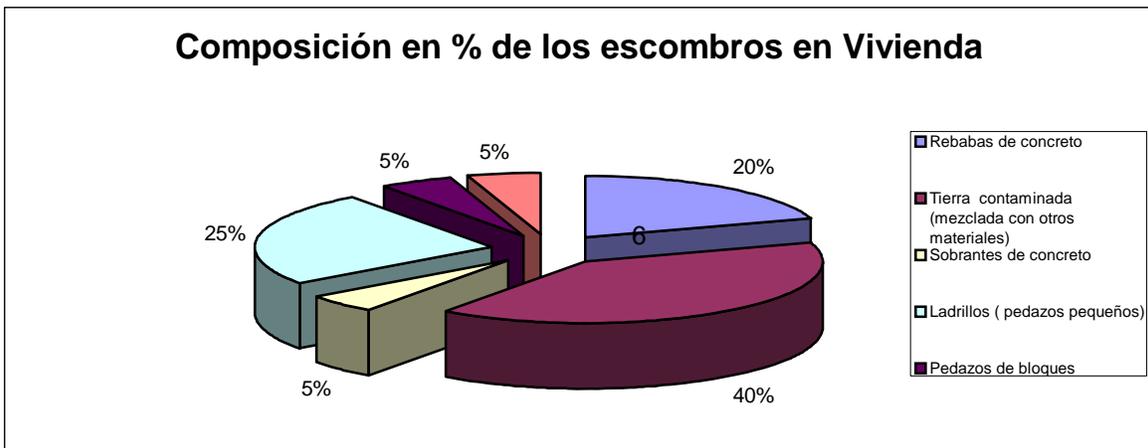


Grafico N°4

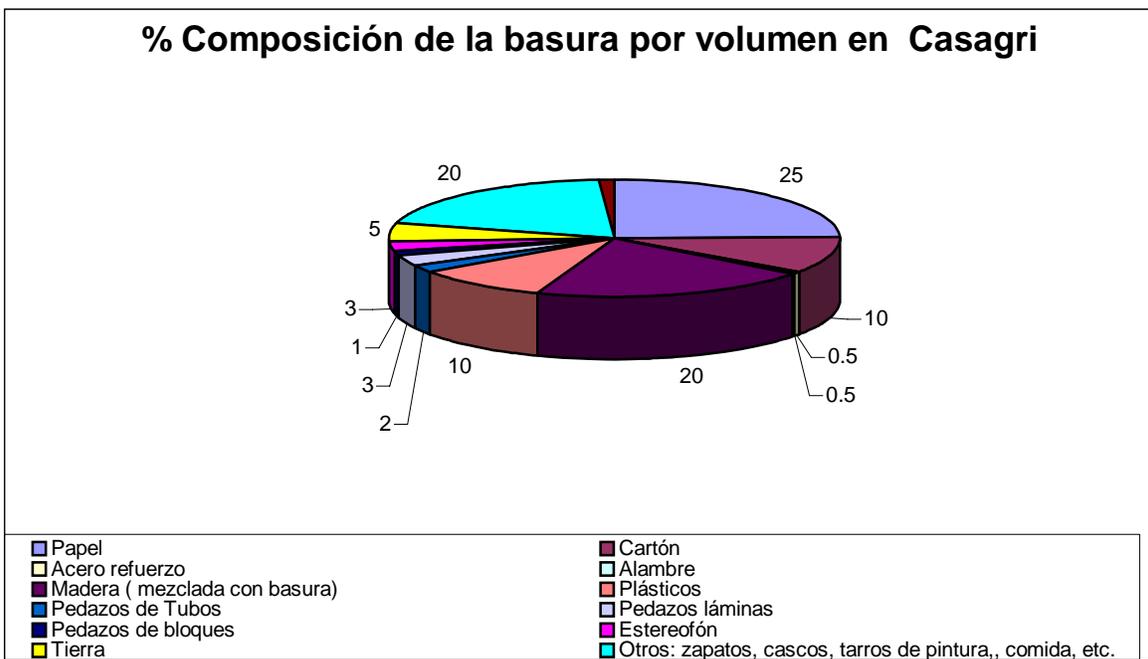


Grafico N°5

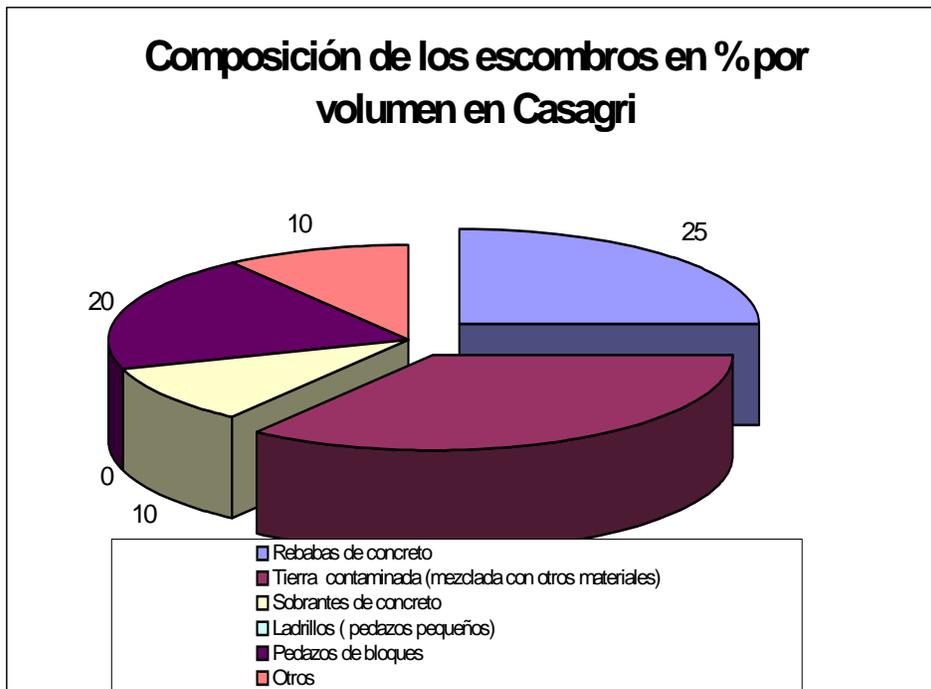


Gráfico N° 6

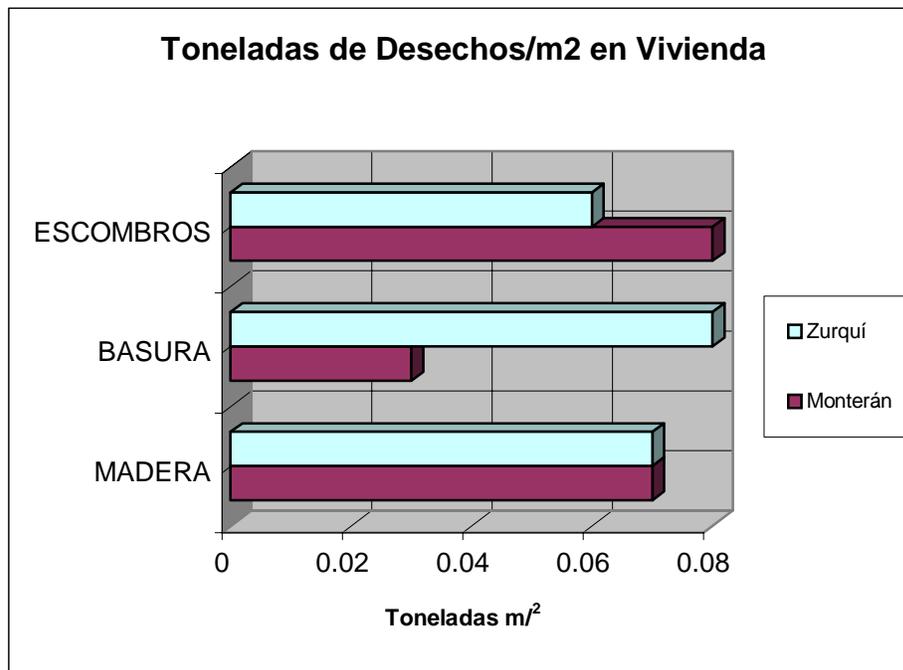
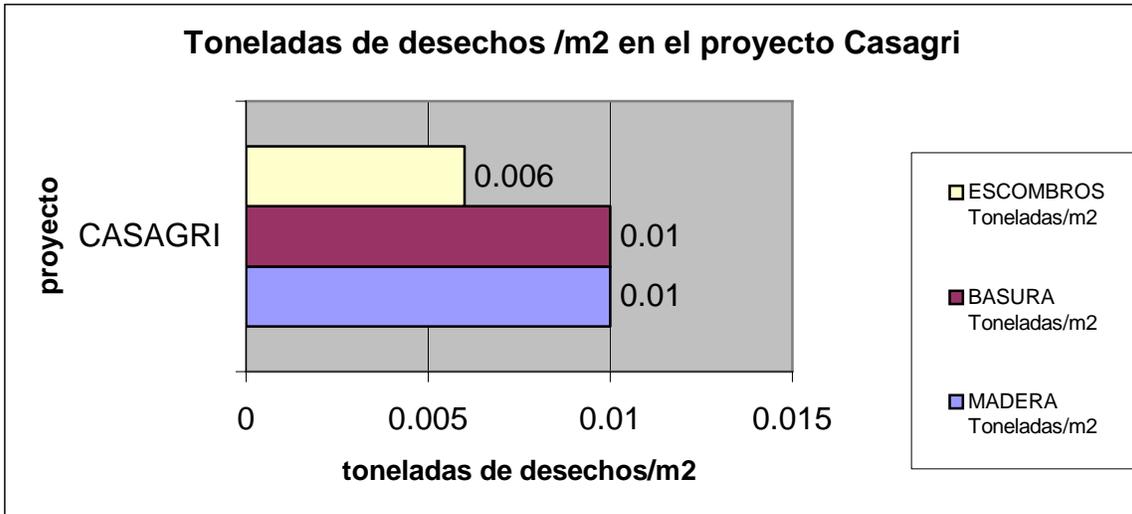


Gráfico N°7



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Uno de los objetivos principales de monitorear los proyectos fue la observación de la práctica normal en el manejo y gestión de los desechos. Esto se realizó con el fin de encontrar soluciones adecuadas que permitan la optimización de los recursos y la disminución de los desechos y desperdicios que normalmente se generan.

Como se puede observar en la tabla 1, gráfico 1 el desecho que más se produce es la madera, sin embargo, la cantidad de madera esta relacionada directamente con el tamaño de la obra, la complejidad del proyecto y la tecnología que se utilice para los procesos constructivos. En el caso de las dos viviendas, se utilizó gran cantidad de elementos prefabricados tales como formaleta y puntales lo que disminuye el uso de madera en estas aplicaciones.

En general se establecieron tres tipos de categorías para clasificar los desechos; madera escombros y basura en general. La basura se compone principalmente de materiales que se desechan diariamente en pequeñas cantidades por lo que se mezclan.

Los escombros están formados por residuos de concreto de repellos y pegas, pedazos de ladrillos y bloques y tierra contaminada. Los desechos se clasifican en estas categorías para efecto de facilitar su transporte pues por su diferencia de peso y volumen, los transportistas prefieren transportarlos separados. Además de acuerdo al material que se transporta, puede cambiar su destino final.

A continuación se realiza un análisis de cada uno de los principales desechos que se generaron.

Bolsas de Cemento

Dado que al inicio de un proyecto se utilizan grandes cantidades de cemento, también se generan grandes cantidades de bolsas de papel donde viene almacenado el mismo. La práctica normal en las construcciones es quemar estas bolsas.

En el proyecto Casagri todas las bolsas del cemento se quemaron, en los proyectos Monterán y Zurquí, parte de este material se quemó y parte se limpió y almacenó para ser usado posteriormente como tacos en las tuberías y en como rellenos en los bloques de entresijos. Posteriormente se desechó como parte de la basura.

El problema que se genera al quemar las bolsas es que se contamina el ambiente además, si consideramos esta práctica como normal diariamente se estarían produciendo quemas en las construcciones que no solamente afectan el ambiente

sino también, dependiendo del manejo, representan un riesgo en la seguridad del proyecto pues podrían ser fuente de incendios.

Se considera, que este material podría reutilizarse pero esto exige un poco de dedicación y buenas prácticas de manejo. Para reutilizar este material, es necesario capacitar al personal en los siguientes aspectos :

- Cuando el cemento ingrese a la bodega, almacenarlo en una tarima de tal manera que el papel no este en contacto con el suelo para evitar la humedad.
- Capacitar a los trabajadores de tal manera que aquellos que manipulen el cemento abran las bolsas adecuadamente y luego las devuelvan al bodeguero para que este las almacene.
- Eliminar grapas u objetos punzantes en las bolsas

Acero

El acero es un elemento que es muy utilizado en la construcción y uno de los materiales que es necesario optimizar su uso y aprovechamiento, no solamente por su costo sino también porque es uno de los materiales menos amigables con el ambiente, pues se consume gran cantidad de energía en su producción. En el caso de Costa Rica, esta situación se incrementa porque este material es importado y este aspecto incrementa la cantidad de energía incorporada del material.

Se entiende como energía incorporada la metodología utilizada en algunos países europeos para medir la cantidad de energía que se necesita para producir un producto tomando en cuenta su ciclo de vida, es decir desde la extracción de la materia prima hasta su uso y luego fin de la vida útil. Con este método se clasifica el grado de compatibilidad del material con el ambiente. Entre mayor energía consume el producto en su elaboración menos amigable es este con el ambiente. Con relación al uso del acero de refuerzo (varillas), es fundamental que este sea manipulado por el personal de la construcción que tiene la experiencia y el conocimiento de cómo trabajar con este tipo de material. En nuestro medio estos trabajadores son llamados Maestros armadores. Dependiendo de la experiencia que tengan estos trabajadores y de su grado de conciencia en la optimización de su uso, se generan desechos de este material.

La modulación de la varilla de construcción es básica, dependiendo de esto se van a producir o no desperdicios del material. Este aspecto depende mucho de las políticas de administración del proyecto. Es necesario que el ingeniero del proyecto dicte las políticas al respecto y se siga un control y supervisión constante para tratar de que esto se cumpla.

En el caso de los proyectos monitoreados no hubo desperdicio prácticamente de este material y pude concluirse que el desperdicio de este material depende

directamente del grado de experiencia y concientización de los armadores y de las políticas y supervisión del ingeniero del proyecto.

Concreto

El concreto es uno de los materiales compuestos que se utiliza en grandes proporciones en las obras de construcción. Es también, uno de los materiales que es de gran importancia utilizar racionalmente, por el costo y además para evitar grandes cantidades de desechos. La práctica normal, y uno de los problemas que se da en los proyectos, es que si el material sobra es necesario depositarlo en algún lugar antes de que endurezca, es por lo tanto una práctica común que los sobrantes del concreto se depositen en ríos o lotes baldíos.

El concreto que se necesita en los proyectos se puede obtener por diferentes vías es decir, la tecnología de la producción del concreto para un proyecto de construcción varía dependiendo de la administración del proyecto. Dependiendo también de la tecnología utilizada puede variar la cantidad de desechos que se producen de este material. Un aspecto importante en este sentido para reducir los desechos es determinar con gran precisión la cantidad de concreto que debe producirse. Además es importante establecer y planificar previo a la producción, donde se pueden depositar los sobrantes del material de tal modo que puedan ser utilizados para un propósito específico como por ejemplo: rellenar huecos, completar aceras, etc.

En los proyectos monitoreados al existir una buena planificación de los mismos hubo pocos sobrantes. En el caso de Casagri el concreto se preparó en sitio mediante una mezcladora, el caso de las viviendas de Monterán y Zurquí se utilizó concreto premezclado en el caso de elementos grandes y mezcladora en el caso de elementos más pequeños.

Plásticos

Muchos de los productos que se utilizan en la construcción vienen empacados en bolsas plásticas para su protección especialmente porque es normal que en el sitio de la construcción exista mucha humedad.

Los plásticos que se desechan en las construcciones son generalmente de diferentes características por lo que se hace difícil su clasificación con el objetivo de llevarlos a algún lugar a reciclar. La práctica normal, es que estos productos se depositen como basura e inclusive en algunos casos se quemen.

El problema de los plásticos en los botaderos es que dependiendo del tipo de plástico este dura muchos años para degradarse.

Estereofón

Este material ha encontrado gran aplicación en los proyectos de construcción. Los desechos que de este material se producen son normalmente de varias fuentes,

en unos casos son producto del almacenaje de otros productos y en otros casos son producto de la aplicación de sistemas constructivos.

El problema principal de este material es que ocupa mucho volumen, no solamente en la obra sino que se convierte en un problema en los rellenos sanitarios y botaderos ya que es muy difícil su compactación.

En el caso de los proyectos monitoreados, los desechos de este material fueron residuos del empaque de lámparas y otros accesorios. También se utilizó estereofón en los entrepisos.

Madera

La mayor cantidad de desechos que se observó en los tres proyectos fueron los desechos de madera. Esta madera en su mayoría proviene del uso de formaleta y elementos para formaletear.

Se pudo determinar que la cantidad de madera que se utiliza depende directamente del planeamiento y dirección del ingeniero administrador del proyecto. En la selección del sistema constructivo a utilizar se estaría involucrando el uso de una serie de materiales en obra. Por ejemplo, si el ingeniero determina que la formaleta a utilizar será prefabricada la cantidad de madera a utilizar en los procesos de formaleteo disminuye radicalmente. Por supuesto esta determinación depende de otros parámetros de ejecución tales como el costo, calidad, tiempo disponible para la ejecución etc.

En el caso de los tres proyectos monitoreados, en el primer proyecto no se utilizaron formaletas prefabricadas sino mas bien toda la formaleta fue de madera, se observó que los desechos de este material estaban compuestos en parte por material que ya había sido utilizado varias veces, sin embargo también se desechaban piezas de madera a las cuales se les pudo dar mayor cantidad de usos.

En el caso de las viviendas de Monterán y Zurquí, la mayor parte de la formaleta que se utilizó fue prefabricada a excepción de estructuras menores en donde si se utilizó madera. El apuntalamiento también se realizó con puntales prefabricados. En estas viviendas la política del proyecto fue darle a la madera la mayor utilización posible. Después del primer uso la madera se apiló en un lugar específico donde se indicó a los trabajadores que si se necesitaban piezas de madera ese era el lugar donde primero deberían buscar antes de hacer uso de una pieza nueva.

Se puede concluir que en el caso de ambas viviendas la madera de desecho se compuso en su mayoría de material conocido normalmente como leña (dado que en la mayoría de los casos este material se regala para quemar). Se optimizó el

uso de la madera y se desecho hasta que se comprobara había sido agotada su vida útil.

Desechos de Actividades subcontratadas

Como es bien conocido, en el caso de la construcción muchos de las actividades en donde se requiera algún grado de especialización, la actividad es subcontratada. En el caso de subcontratos la utilidad depende en gran medida del aprovechamiento de los materiales razón por la cual los materiales se optimizan al máximo.

En la gran mayoría de los subcontratos cuando estos incluyen material y mano de obra. Los materiales se llevan al sitio ya listos para colocar, en algunos casos tal es el caso de la estructura de acero estos se trabajan en el taller del subcontratista y se llevan al sitio cortados, con un plano de taller. Una vez en el sitio estos se ajustan si es necesario. Esta práctica hace que en el caso de materiales de actividades subcontratadas los desechos se reducen.

En los proyectos monitoreados la situación fue la siguiente:

Proyecto Casagri

Se subcontrataron toda la estructura de acero y los acabados.

Proyecto Zurquí y Monterán

Se subcontrataron estructura de techos, instalaciones eléctricas y mecánicas, madera de acabados, cielos, ventanería y puertas, gypsum, pisos, pintura

Bloques de concreto y adoquines

Los residuos que de este tipo de materiales se manejaron en las obras fueron insignificantes. En general se puede decir que los desechos que se generan en la construcción de bloques de concreto y adoquines se deben principalmente a tres aspectos principales

Transporte y manipulación

Calidad de la mano de obra

Falta de modulación de los espacios

Es un hecho en nuestro país, que en el trabajo de obras de mampostería se tengan que realizar cortes de bloques especialmente por la falta de modulación de las paredes. En los proyectos monitoreados se observó este problema principalmente en el proyecto Casagri, sin embargo como este no contenía grandes cantidades de paredes de mampostería, la cantidad de residuos no fue muy grande.

En el caso de las viviendas de Monterán y Zurquí, todas las paredes fueron de mampostería. En estas construcciones, se aplicó la modulación de los espacios de esta manera se logró reducir los cortes y desperdicios de bloques.

Otros desechos

Dentro de esta clasificación se pueden clasificar, las bolsas de plástico producto en su mayoría del empaque de accesorios, la basura que depositan los mismos trabajadores dentro de su período normal de trabajo en su mayoría producto del consumo de alimentos empacados y alguno que otro casco o implemento que se encontraba en mal estado.



Fotografía 13 Otros desechos

Fotografía 14 Otros desechos”



Estructura de HG.

El desperdicio que se genera de este material depende en gran medida del tipo de diseño de techo. Techos complicados y con muchas aguas requieren de cortes de las láminas y los sobrantes no se pueden reutilizar por las características del material.

En el caso de Monterán y Zurquí se utilizó teja en los techos y láminas de HG debajo de estas. Los desperdicios generados fueron muy bajos y se manejó como parte de la basura

Ladrillos y Tejas de barro

En algunos diseños arquitectónicos de la época es la corriente actual incluir tejas de barro ya usadas y ladrillo de demolición. En estos casos este material se compra y es producto de demoliciones en algunos casos. Este es un ejemplo de cómo puede ser reutilizado un material con fines arquitectónicos

Sin embargo, al igual que en los bloques el desperdicio de ladrillo depende en gran parte del transporte y manipulación y de la modulación de los espacios. En el caso de Casagri no se trabajó con ladrillos. En el caso de las viviendas de Monterán y Zurquí, se utilizó ladrillo en la construcción de pasillos y bóvedas.

En la vivienda Monterán, se utilizaron ladrillos de demolición en la construcción de bóvedas. En este caso se transportaron al sitio las paredes completas de una vivienda que se demolió. A estas paredes se les extrajo cuidadosamente los ladrillos y estos se reutilizaron en la construcción de las bóvedas. Los desechos de las paredes se utilizaron parte como material de relleno para una sección del patio trasero que necesitaba ser rellenada. El material sobrante se depositó en los desechos como escombros. Por esa razón se aumentó el porcentaje de escombros.



Fotografía 15 ladrillo para reutilizar

Tubos de PVC

Todas las instalaciones electro-mecánicas se subcontrataron en los tres proyectos por lo que los residuos fueron muy pocos.

Análisis de Cuantificación de los desechos

La **Tabla 1** , **Gráfico N°1**, contiene el resultado del monitoreo que se realizó a tres proyectos de construcción.

En el caso de Casagri la construcción consiste de una nave para oficinas, en el caso de Monterán y Zurquí ambas son viviendas de clase alta.

Es importante recalcar que en el proyecto Monterán la cantidad de escombros se vio alterada por el hecho de que se trajo a la construcción paredes de ladrillo de una demolición, con el objetivo de extraer los ladrillo y reutilizarlos, este procedimiento se realizó exitosamente, pero a cambio se aumento la cantidad de escombros.

La **Tabla 2**, **Gráfico N°2 y N°4**, contiene un listado de los materiales que forman parte de la basura así como sus cantidades en porcentaje por volumen de las viviendas y el proyecto Casagri respectivamente. En esta tabla se observa como el papel, el cartón, los plásticos y pedazos de madera así como materiales y productos varios conforman la basura.

La **Tabla 3**, **Gráfico N°3 y N°5**, también muestra la composición de los escombros según el tipo de proyecto. Se puede observar que el mayor porcentaje lo ocupa los pedazos pequeños de ladrillos, la tierra contaminada y la rebabas del concreto, en el caso de las viviendas y la tierra contaminada, rebabas de concreto sobrantes de concreto y pedazos de bloques en el caso de Casagri.

La **Tabla 4**, **Gráfico N°6**, contiene el promedio por m² de madera, escombros y basura de las Viviendas Monterán y Zurquí. En este análisis se tomó separado el proyecto Casagri dado que al ser un sistema constructivo muy diferente al utilizado en las viviendas , los resultados se podrían alterar.

La **Tabla 5** **Gráfico N°7**, contiene el promedio por m² de madera, escombros y basura del proyecto Casagri

Las **Tablas 6,7,8,9** fueron suministradas por la Cámara Costarricense de la Construcción y contiene los metros cuadrados de construcción de Mayo del 2000 a Mayo del 2005 en el caso de la tabla 6 y los m² construidos de vivienda por rango de tamaño, en el caso de las tablas 7,8,9.

La **Tabla 10**, es la estimación del promedio de metros cuadrados de construcción de vivienda en el rango de 401-800 M2. Se estableció en especial este rango considerando que las viviendas construidas están ubicadas en este rango.

La **Tabla 11** contiene la estimación de los desechos producidos en el período de Enero a Mayo del 2005 en viviendas en el rango de 401 a 800 m2.

La **Tabla 12** contiene la estimación de los m2 de construcción industrial por mes en el período de Enero a mayo del 2005-10-07

La **Tabla 13** contiene la estimación de los desechos producidos en el area industrial en el período de Mayo a Enero del 2005 según proyección utilizando los datos de Casagri.

Es muy importante considerar que estas proyecciones se han realizado para efectos de tener un mejor panorama de la cantidad de desechos que se producen en los proyectos de construcción.

En el análisis realizado para efectos del presente proyecto, se debe tener claro que los desechos se produjeron tomando en cuenta ciertas consideraciones a citar:

- Una buena administración de los proyectos
- Manejo de los desechos
- Sistemas constructivos similares

Con el objetivo de tener una idea de la magnitud del problema de desechos en la construcción se han proyectado los resultados a toneladas por metro cuadrado en cada una de las clasificaciones establecidas. A saber madera, escombros y basura. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el problema donde no están dadas las condiciones del proyecto anterior puede ser mayor. También es importante mencionar que como se anotó anteriormente la cantidad de desechos que se generen depende de

- Políticas de administración del proyecto
- Capacitación de la mano de obra
- Políticas de proveeduría y manejo de materiales
- Calidad de la mano de obra
- Tamaño de la obra
- Complejidad del proyecto
- Modulación en el diseño de los espacios

Estos aspectos influyen directamente en los resultados por lo que se debe tener en cuenta estas condiciones.

CONCLUSIONES

Durante el monitoreo de los proyectos fue posible observar las prácticas actuales en el manejo y administración de proyectos de construcción. Se pudo determinar que la cantidad de desechos que se generan en las obras de construcción está directamente relacionada con los siguientes aspectos.

- Políticas de administración del proyecto
- Capacitación de la mano de obra
- Políticas de proveeduría y manejo de materiales
- Calidad de la mano de obra
- Tamaño de la obra
- Complejidad del proyecto

Las políticas de administración que rigen en el proyecto dictan las pautas en el manejo de los desechos de la construcción, de tal manera que el ingeniero y maestro de obra tienen un rol determinante en las políticas de gestión y manejo de los desechos.

En el caso de los proyectos Monterán y Zurquí, se consultó al ingeniero de los mismos, ya que en este caso los dos proyectos fueron dirigidos por el mismo ingeniero, cual era su opinión con relación a la observación de que la cantidad de desechos en algunos de los materiales era menor a la que inicialmente se esperaba observar. La respuesta a tal pregunta fue que con relación a la administración de los materiales en los proyectos a su cargo, su política en proveeduría era de optimización y aprovechamiento máximo de los materiales. Por esta razón al proyecto se llevaba la cantidad de material que se consideraba estrictamente necesario considerando que no hiciera falta material en el momento que se necesitaba, pero que tampoco hubiera tal cantidad de material en la bodega del proyecto que incitara al desperdicio. En su opinión cuando los trabajadores observan grandes cantidades disponibles de materiales sino hay control esto provoca desperdicio.

La idea es planificar de tal manera el material que este pueda representar economía en escala especialmente por el transporte, pero optimizar el uso del mismo y hacer conciencia en los trabajadores de la importancia de esto y su influencia en el costo final de proyecto.

Se considera que cuando existe abundancia el desperdicio aumenta. Por ejemplo si existen grandes cantidades de acero, los armadores, podrían tomar unidades de varilla para hacer cortes cada vez que necesitan y no modulan por lo que el acero se desperdiciaría en grandes cantidades.

Los Maestros armadores comparten este criterio. En los tres proyectos, se utilizó al máximo la modulación del acero y los pedazos restantes se preparaban para otro tipo de elementos como ganchos y pines para amarrar formaleta.

Esta fue la razón principal por la que en los tres proyectos monitoreados, prácticamente no hubo desperdicio en el acero.

Una de las conclusiones más importantes del proyecto es que el simple hecho de destinar un lugar específico para colocar los desechos hace que se desarrolle en el sitio de trabajo un ambiente de limpieza y de cultura de colocar los desechos en un solo lugar.

La capacitación de los trabajadores es básica especialmente para aquellos trabajadores cuyo trabajo está directamente relacionado con la preparación y utilización de material para la construcción de elementos básicos para el desarrollo de un proceso constructivo, tales como los armadores carpinteros, albañiles etc.

La modulación es de gran importancia para disminuir los desperdicios en los proyectos de construcción así como la experiencia y calidad de la mano de obra que realiza el proceso específico.

El recipiente a construir en cada proyecto debe adaptarse a las condiciones del proyecto. En el caso de los proyectos visitados, se pensó que una buena opción era construir el recipiente de la misma capacidad del camión utilizado para su disposición final, esto con el objeto de tener un marco de referencia para tener no solamente el volumen de los mismos sino también el peso aproximado ya que el transporte de los materiales se cobra por peso. Para efecto del presente trabajo de investigación este fue un buen parámetro de medición.

Se pudo comprobar que con sólo el hecho de colocar un recipiente en donde se depositen los desechos se obtiene varios beneficios entre los que se pueden citar

- Mayor orden y limpieza del proyecto
- Se desarrolla una cultura de depositar los desechos en un solo lugar
- Se disminuyen los accidentes
- Se siente en el personal un ambiente positivo al estar trabajando en un sitio ordenado.
- Se tiene un mayor control de lo que realmente se quiere desechar y botar
- Se mejora la imagen del proyecto y de la empresa

El costo de disposición de los desechos es alto y representa un porcentaje importante del costo del proyecto. Si se logra disminuir la cantidad de desechos esto repercutirá en el costo final del proyecto pues los materiales que se desechan tienen doble costo el costo de compra inicial y el costo de disposición.

De los resultados obtenidos en la cuantificación de los desechos, se puede observar que la magnitud del problema de los desechos en la construcción no es

insignificante y aún cuando los números son conservadores arrojan resultados que nos muestran claramente la necesidad de trabajar en este campo.

Si se considera que la mayoría de los proyectos están ausentes de condiciones como las que se encontraron en los proyectos monitoreados, se estaría incrementando los resultados considerablemente.

Existe un potencial importante para tratar de aprovechar algunos de los materiales que actualmente se desechan. Se pretende que como parte de la gestión de manejo de los desechos se implementen las 3 R de la Basura a saber; Reducir, Reciclar y Reusar. De lo observado durante el monitoreo de los proyectos, se puede concluir que si existe un gran potencial para aplicar las 3R de la basura.

El material de desecho predominante son los residuos de la madera producto de los procesos constructivos especialmente residuos de madera que fue utilizada como formaleta, puntales, alfajillas, codales, etc. Generalmente este tipo de desecho, se regala o se quema una vez que sale del proyecto.



Fotografía 16. Almacenamiento de los desechos de madera

RECOMENDACIONES

La gestión y manejo de los desechos es un proceso que está ausente en la mayoría de nuestros proyectos de construcción, sin embargo, se ha podido determinar que depende en gran medida de la administración del ingeniero del proyecto.

Aún cuando es en la etapa de construcción donde se producen los desechos, la gestión debe dar inicio con el nacimiento mismo del proyecto. Desde un inicio en las etapas tempranas de planificación debe preverse la gestión y manejo de los desechos que se generaran durante el proceso de construcción por lo que se recomienda que este tema sea retomado por las Universidades para ser incluido como parte de la currícula de los profesionales afines al sector construcción.

Como se pudo observar, la cantidad de desechos que se generen durante el proceso constructivo dependerá en gran medida de varios factores que se deben controlar.

A nivel del proyecto, algunos aspectos que ayudarán de una forma efectiva a controlar los desperdicios de material son la modulación de los espacios, la capacitación de los trabajadores, la selección de sistemas constructivos modulares, la calidad de la mano de obra, la planificación de la proveeduría y políticas del ingeniero a cargo de los proyectos y sobre todo la actitud del personal de campo para mantener una cultura de optimización de los recursos.

Sin embargo, esto es una acción a pequeña escala que ayudará a disminuir los desechos en el proyecto por medio del aprovechamiento máximo de los mismos, medida con la cual se estará disminuyendo otro aspecto determinante en la ejecución de todo proyecto de construcción como es el control de los costos.

Con relación al costo, con la aplicación de técnicas para el manejo y control de los desechos el proyecto será beneficiado de dos maneras primero por medio de la optimización en la compra de materiales y luego por la disminución de transporte de materiales y disposición de los desechos. Los desechos se pagan dos veces, inicialmente cuando se compra el material y luego cuando se desecha.

Con relación al aporte que el sector construcción pueda hacer al ambiente es necesario reforzar otras medidas que deben darse a nivel nacional y regional. Debe crearse legislación que favorezca la gestión de manejo y castigue las malas prácticas.

Los municipios también deben reforzar las acciones del sector construcción por medio de planificación regional y adecuados mecanismos que faciliten la gestión. Por ejemplo creando sitios de disposición de estos desechos y apoyando la

legislación de modo de que se pueda evitar que estos desechos se depositen en sitios no aptos donde contaminen y creen un ambiente de contaminación.

Se requiere de esfuerzo y participación de todos los involucrados en el problema para que el esfuerzo de sus frutos y la gestión de desechos se convierta en un método habitual de trabajo.

Cada participante deberá asumir sus responsabilidades, los municipios deberán de controlar la gestión de los residuos, los profesionales capacitarse sobre el manejo óptimo de los materiales y ofrecer soluciones constructivas que faciliten la disminución de los desechos, los fabricantes deberán controlar sus procesos productivos y los constructores minimizar los residuos

ANEXOS

ANEXO 1

Costos de Disposición de Desechos

Botadero la Carpio

Ingreso.....	No	se	paga	Desechos
Doméstico.....	5	700	Colones		Desechos
Especial.....	7 500	Colones (chatarra, llantas, medicamentos)			
Desecho no tradicional.....	6 000	Colones			
Escombros de construcción)					
Acta de destrucción.....	6 000	Colones			

Relleno sanitario Río Azul

Ingreso.....	11 759	Colones (Camión de 4 Toneladas)			
Derecho de Botadura.....	350	Colones			

Relleno sanitario de Cartago

Costo de depósito	5 000	Colones			
-------------------	-------	---------	--	--	--

Costos de transporte incluyendo disposición final

Costo por transporte Zurquí – Botadero	26 000	Colones			
Costo transporte Monterán- Botadero	14 000	Colones			

ANEXO 2

Identificación de oportunidades para imitar experiencias a nivel Internacional con el Manejo de los Desechos en la construcción

A nivel internacional existen algunas experiencias valiosas en la gestión de desechos en la construcción que podrían servir como base para analizar y adaptar en nuestro país. Se describirán las que se han considerado más importantes.

En la segunda etapa de este proyecto se analizarán a fondo estas y otras las oportunidades que se investiguen a lo largo del desarrollo del proyecto.

1. Proyecto **para recuperar materiales de construcción, Baltimore, Maryland (EE UU)**

<http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp366.html>

El Muelle de Descarga (TLD) es el primer proyecto de recuperación de materiales de construcción reciclables no lucrativo y autosuficiente que ha tenido éxito en Estados Unidos. El *TLD* comenzó hace 11 años como una respuesta popular a la necesidad de recursos para la rehabilitación y la recuperación de las viviendas pobres. Las malas condiciones en que se encontraban las viviendas de las comunidades pobres de Baltimore motivaron la creación de una cámara de compensación no lucrativa que recogiera el excedente de los materiales de construcción reutilizables. Los fundadores del *TLD* vieron la necesidad de poner en relación los excedentes de materiales de construcción con la demanda de materiales de construcción baratos para que las personas pobres pudieran arreglar su vivienda o construirse otra nueva.

El *TLD* se centra en tres objetivos: 1) Incrementar la oferta de viviendas dignas y asequibles para familias de bajo nivel de ingresos; 2) Proteger el medio ambiente enseñando a las personas cómo donar y cómo reutilizar los materiales de construcción; y 3) Conseguir ser autosuficientes (lo que se consiguió en 1990) para que el *TLD* pudiera funcionar sin depender de financiación exterior. Todos los que participan en los esfuerzos del *TLD* para suministrar materiales de construcción a los hogares de bajo nivel de ingresos obtienen beneficios. Los consumidores pueden ahorrar dinero al tener acceso a materiales de construcción de bajo coste. Los fabricantes, los distribuidores y los contratistas se benefician de la exención de impuestos y se ahorran las tasas de los vertederos cuando donan materiales de construcción al *TLD*.

En 1994 el *TLD* comenzó a cooperar con 60 nuevos fabricantes, distribuidores y contratistas, hasta un total de más de 350 socios activos. Este aumento de los socios fue el motivo principal de que fuera el año más próspero del *TLD*, en el que se retiraron de los vertederos más de 7.500 toneladas de desechos de la construcción, y las familias de bajo nivel de ingresos y las sociedades benéficas ahorraron más de un millón de dólares estadounidenses. Por otra parte, el *TLD*

aumentó su éxito económico con unos ingresos de más de 400.000 dólares estadounidenses provenientes de la recuperación de materiales de construcción.

Un factor decisivo para el éxito del *TLD* con los donantes es su participación activa en la *Asociación de constructores de viviendas de Maryland (HBAM)*. En 1991, el *TLD* se hizo miembro de la *HBAM*. El hecho de pertenecer a esta asociación mercantil de 1.400 empresas da al *TLD* la oportunidad de llegar a acuerdos con la industria local de la construcción. Como consecuencia, el *TLD* ha conseguido establecer relaciones laborales con más de 100 empresas.

Además de ahorrar a los donantes las tasas de vertido en las escombreras, el *TLD* colabora con los gobiernos locales mediante la colocación de contenedores en las propias escombreras con el fin de facilitar la manipulación de los materiales de construcción reutilizables, que normalmente acaban como residuos en los vertederos públicos. Durante los últimos cuatro años los Condados de Montgomery, Howard y Baltimore y el Ayuntamiento de Baltimore han colaborado con el *TLD* en la investigación de métodos para recuperar los materiales reutilizables de los vertederos, cuya superficie disponible decrece rápidamente.

Otras experiencias a estudiar

2. Materiales de Contenido Reciclado

Enlaces

OIKOS

El sitio incluye una base de datos, llamada REDI, de más de 1.700 compañías que ofrecen productos de construcción ‘verdes.’

Guía de Recursos de Construcción Verde / Green Building Resource Guide

Provee información en una base de datos de más de 600 productos y materiales de edificación verdes. La Guía está disponible tanto como manual de referencia, o como base de datos en CD-ROM.

Guía a Elementos de Construcción Eficientes en Recursos / Guide to Resource Efficient Building Elements

Esta E-Guía del Centro para la Construcción de Tecnología Ingeniosa de NCAT provee descripciones e información para contactar a los fabricantes de más de 600 productos de construcción con eficiencia de recursos. La opción de eficiencia de recursos de materiales se discute en el texto de introducción.

Base de Datos de Productos con Contenido Reciclado / Recycled-Content Product Database

Una base de datos navegable proveída por California Integrated Waste

Management Board. Productos de construcción se pueden encontrar en un listado de índice de Especificaciones de Construcción.

3. Reúso de Materiales

Publicaciones En Línea

[Casa de Paja—Construcción de Fardos de Paja Alcanza la Madurez / House of Straw—Straw Bale Construction Comes of Age](#)

Una publicación del Departamento de Energía de los EEUU que discute la técnica de construcción con fardos de paja y sus beneficios. Incluye respuestas a preguntas comunes, tanto como listas de recursos de información adicional.

Enlaces

[Alternativas a Bosques Antiguos de la Red de Acción de las Selvas Lluviosas / Rainforest Action Network Alternatives to Old Growth](#)

Lista los suministradores de alternativas de construcción, suministradores de madera reciclada o salvada, certificadores de madera producida sustentablemente, y constructores de vivienda alternativa (tal como fardos de paja o tierra apisonada.)

[Página de la Casa de Paja Lighthook / Lighthook's Strawbale House Page](#)

Provee información sobre tecnología de construcción con fardos, vínculos y listas de recursos.

[Asociación de Materiales de Construcción Usados / Used Building Material Association](#)

Esta asociación comercial ofrece información sobre compañías y organizaciones involucradas en la adquisición y distribución de materiales de construcción usados.

4. Minimización de Desechos de la Construcción

Publicaciones En Línea

[El Centro Nacional de Investigaciones de la Asociación de Constructores de Viviendas / National Association of Home Builders Research Center](#)

ofrece publicaciones tanto en línea como impresas, y también enlaces relacionados con el Manejo de Desechos de Construcción.

Un artículo titulado [“Reduciendo Desechos en la Fuente” / “Reducing Waste at the Source,”](#) del EcoBuilding Times, Otoño 1996, por Joel Schurke, ofrece consejos en reducción de fuentes de desperdicios de construcción.

[Manual del Programa RecyclingPlus: Mejores Prácticas de Reciclado de Sitios de Construcción / RecyclingPlus Program Manual: Best Practices for Construction Site Recycling](#) es distribuido por Clean Washington Center para proveer una guía al constructor sobre cómo implementar un programa de reciclaje en el sitio de trabajo. El manual completo está disponible en línea en PDF o HTML.

[WasteSpec: Especificaciones Modelo para Reducción de Desperdicios de Construcción, Reúso y Reciclado / WasteSpec: Model Specifications for Construction Waste Reduction, Reuse, and Recycling](#) del Triangle J Council of Governments, ofrece ejemplos de lenguaje de especificaciones de construcción. El cuaderno de WasteSpec se puede bajar completo como ficha PDF, o un resumen de cuatro páginas de las especificaciones de desechos está disponible en PDF.

5. Reutilización de residuos sólidos en la producción de material de construcción de bajo costo, Bahía (Brasil)

<http://habitat.aq.upm.es/bpal/onu00/bp369.html>

Fecha de referencia: 05-07-2000

Experiencia seleccionada en el Concurso de Buenas Prácticas patrocinado por Dubai en 2000, y catalogada como BEST. ([Best Practices Database.](#))

País/Country: **Brasil**

Región según Naciones Unidas: **América Latina**

Ámbito de la actuación: **metropolitana**

Región ecológica: **costera**

Contacto principal:

Alex Pires Carneiro

Rua Aristides Novis N 2 - Federa\207\234

Salvador

Bahia (BA)

40210-630

Brasil

Teléfono: 55 71 237 8524

Fax: 55 71 237 8524

E-mail:gemac@ufba.br

Resumen del proyecto (tomado textual de la página en referencia)

Uno de los principales problemas hallados en áreas urbanas como el Salvador es la producción de gran cantidad de residuos sólidos. El crecimiento de la población,

el desarrollo económico y el uso de tecnologías inapropiadas han contribuido al aumento progresivo del volumen de residuos. Más aún, la gestión inapropiada de los residuos ha sido la causante de un importante impacto ambiental, social y económico en la región. Por consiguiente, los objetivos del proyecto general son reducir los impactos socio-ambientales debidos a una inadecuada eliminación de los residuos, preservar los recursos naturales y elevar el nivel de vida en la Región Metropolitana de el Salvador (RMS). A su vez, el objetivo inmediato es desarrollar nuevos materiales de construcción (ladrillos, hormigón, cemento, pavimentos, drenajes, etc.), con la adecuada gestión ambiental, para ser usados en la construcción de viviendas asequibles y en infraestructuras urbanas.

Un diagnóstico socio-ambiental permitió elaborar el mapa de los sectores productores de residuos en el RMS. Se consideró que el material de desecho (construcción y demolición, restos), generalmente producido en grandes cantidades (1,500 tl/día) y que da lugar a graves impactos ambientales y sociales, tenía muchas posibilidades de reciclaje.

Se está poniendo en marcha un plan de gestión de los residuos producidos por el RMS, en un esfuerzo por minimizar la producción de residuos así como su impacto socio-ambiental. El plan se dirige a estimular y a educar a la sociedad sobre la adecuada eliminación de los residuos producidos.

Finalmente, las actividades iniciales de la red RECICLAR-BAHIA consolidan una filosofía de acción ambiental en la que la participación social está estrechamente ligada con la protección y la calidad de vida y con la preservación del medio ambiente.

ANEXO 3

ANÁLISIS DE BIBLIOGRAFÍA

Se pudo comprobar que a nivel del país se han realizado esfuerzos para cuantificar la cantidad de desechos que se producen en los proyectos de construcción.

En un análisis de bibliografía existente a nivel del país se encontraron tres tesis de la Universidad de Costa Rica de las cuales se realiza un análisis muy básico

1. Informe de Trabajo de Graduación

Evaluación de la gestión de los desechos sólidos en las empresas constructoras de Costa Rica

Autor: Rodrigo José Azofeifa Olivares, San José, Costa Rica, febrero 2001

Objetivos

Objetivo general:

Evaluar la gestión de los desechos sólidos en las empresas constructoras

Objetivos específicos:

- Establecer la gestión de los desechos sólidos que practican las empresas constructoras en la actualidad
- Identificar los diferentes tipos de desechos típicos que producen las diferentes empresas constructoras según el campo de acción en el que se desenvuelven
- Identificar los desechos reutilizables y reciclables
- Determinar los materiales que por su naturaleza tienen un alto índice de desperdicio
- Evaluar financieramente el costo de la gestión de los desechos sólidos que obtiene la empresa constructora al disponer de la manera adecuada los desechos.
- Plantear a las empresas consultoras encargadas de elaborar las especificaciones técnicas, el implementar en las condiciones generales de los carteles de licitación, la metodología de la adecuada gestión de los desechos

Conclusiones

Una vez leído el proyecto se ha llegado a las siguientes conclusiones En este trabajo no se analiza ni cuantifica la cantidad total de los desechos generados en cada proyecto, ni se especifica cantidades de desecho de cada material

- Se determinan porcentajes de desperdicio para cada material

- No se realiza un plan de gestión ambiental para la correcta disposición de los desechos en las empresas constructoras.
- El trabajo se puede tomar como una fuente de consulta para la realización del proyecto sin embargo al leer el trabajo queda clara que los objetivos presentados en el proyecto de investigación se cumplirán con un enfoque diferente al aplicado en este trabajo de graduación.

2. Trabajo de graduación **”Estudio de generación de desechos en la Construcción de viviendas de Mampostería”**

Autor: Alvaro José Villalobos Murillo, Diciembre de 1995.

Objetivo Principal

Encontrar el impacto económico que tiene la producción de desechos en la industria de la construcción de 4 viviendas y determinar el porcentaje de desperdicios de materiales mediante mediciones de campo.

Los objetivos generales del trabajo fueron:

- Cuantificar y valorar económicamente la generación de desperdicios en la construcción de 4 viviendas de clase alta.
- Medición de porcentajes de desperdicio para diferentes materiales

Conclusiones

- El trabajo no analiza ni cuantifica la cantidad total de los desechos generados en cada proyecto, en vez de esto, determina porcentajes de desperdicios
- No se analiza cómo disponer de los desechos sólidos, ni su correcta disposición

3. **Tesis : Impacto físico y financiero de la generación de desechos sólidos en la construcción de dos proyectos hoteleros**

Autor: Ramírez Cartín Mario, (1995)

Este proyecto muestra datos de desperdicio específicamente para dos grandes proyectos y determina la cantidad de dinero que las empresas invirtieron en el manejo de los desechos.

No plantea el impacto ambiental que ocasionó, ni cómo debió ser la gestión de desechos.

Conclusión Final

De acuerdo al estudio bibliográfico realizado se puede concluir que ninguno de los trabajos de investigación analizados cuantifica la cantidad de materiales de desecho en las construcciones.

El proyecto de investigación “*Administración y Manejo de los Desechos sólidos en Proyectos de Construcción*”.

Los objetivos del proyecto de investigación presentado tienen un enfoque diferente al de los trabajos analizados. Además dos de estos tienen más de siete años de realizados por lo que es necesario analizar la situación actual.

Estos trabajos se utilizarán como fuente de consulta para la ejecución del proyecto de investigación.