



KUXULKAB'

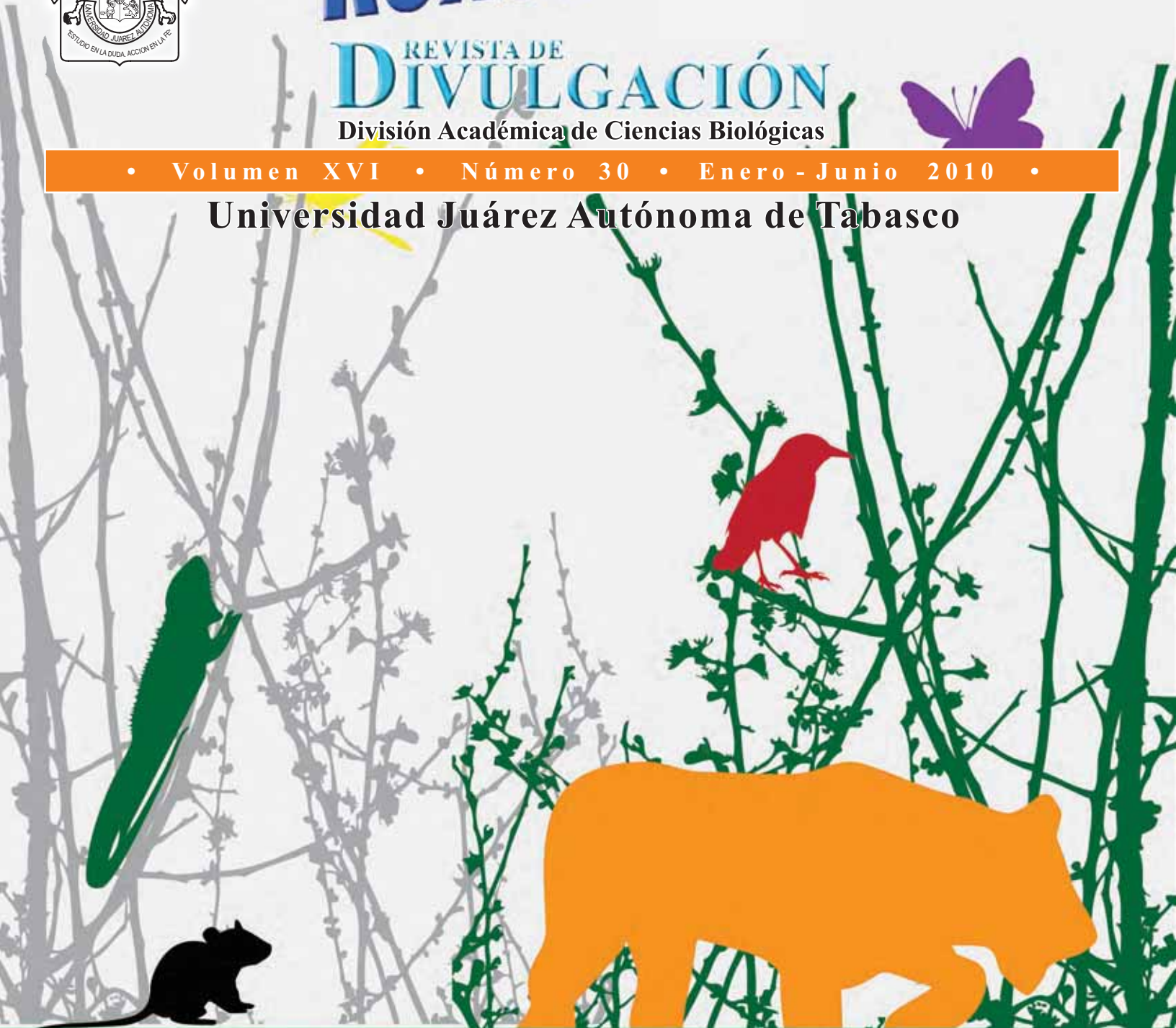
ISSN 1665-0514

REVISTA DE
DIVULGACIÓN
División Académica de Ciencias Biológicas



• Volumen XVI • Número 30 • Enero - Junio 2010 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



2010 / AÑO 
BIODIVERSIDAD

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Gama
Editor en jefe

Dr. Randy Howard Adams Schroeder
Dr. José Luis Martínez Sánchez
Editores Adjuntos

Lic. Celia Laguna Landero
Editor Asistente

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Dra. Silvia del Amo
Universidad Veracruzana

Dra. Carmen Infante
Servicios Tecnológicos de Gestión Avanzada
Venezuela

Dr. Bernardo Urbani
Universidad de Illinois

Dr. Guillermo R. Giannico
Fisheries and Wildlife Department,
Oregon State University

Dr. Joel Zavala Cruz
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Publicación citada en:

- El índice bibliográfico PERIÓDICA., índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.
Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>
<http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. C.P. 86039 Tel. y fax (93) 54 43 08. Imprenta: Morari Formas Continuas, S.A. de C.V. Heróico Colegio Militar No. 116. Col. Atasta C. P. 86100 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada

Diseño de Portada por:

Lilianna López Gama
Diseño y comunicación visual
FES Cuautitlán

Estimados lectores de Kuxulkab´:

El año 2010 ha sido declarado el año Internacional de la Biodiversidad por las Naciones Unidas. Durante el transcurso del mismo, se han organizado y continuarán realizándose eventos y actividades para dar a conocer la importancia de la misma.

La Biodiversidad es la variedad de vida en la Tierra. Es esencial para la sustentabilidad de los sistemas naturales vivos o ecosistemas que nos proveen de alimento, combustibles, salud y otros servicios vitales conocidos como servicios ambientales. Los seres humanos formamos parte de ella y tenemos el poder de protegerla o destruirla. Actualmente la mayoría de nuestras actividades contribuyen a destruirla con tasas alarmantes. Estas pérdidas son irreversibles, empobrecen nuestras capacidades actuales y comprometen las futuras, dañando los sistemas de vida de los que dependemos. Está en nosotros detener y prevenir esto. Debemos organizar esfuerzos para salvaguardar esta biodiversidad y enfocarnos en los retos urgentes que tenemos en nuestro futuro, ya que hoy es el tiempo de actuar y no hacerlo tendrá un muy alto costo.

Como siempre el objetivo de nuestra revista es compartir las actividades de investigación además de temas de interés que se realizan en la escuela, no sólo para nuestra comunidad sino como una aportación a la divulgación de las ciencias ambientales. Los temas son seleccionados de las contribuciones que nos envían para que de forma sencilla permitan conocer el estado de los recursos naturales en especial de aquellos en nuestra región, además de temas relacionados a la atención de problemas ambientales. En este número publicamos una colección de diez artículos y una nota entre los cuales tenemos cinco que tocan directamente aspectos de la biodiversidad y el uso y manejo de los recursos naturales. También se presentan propuestas metodológicas para el análisis de datos meteorológicos y partículas en suspensión, ambos vinculados a problemas ambientales importantes en la región localmente como es la contaminación o en mayor escala como es el cambio global. En esta ocasión se presentan resultados de contribuciones de investigación de campo o bibliográficas que se desarrollan en los cursos de los diferentes programas educativos de licenciatura y posgrado, así como resultados de investigaciones realizadas como tesis o en los proyectos de investigación que los profesores/investigadores llevan a cabo en nuestra escuela.

Como siempre les invitamos a enviarnos sus manuscritos, recordándoles que esta revista se enriquece con las aportaciones de todos los miembros de la comunidad de la División Académica de Ciencias Biológicas, como siempre manteniendo una invitación a que cada vez más estudiantes se incorporen a la divulgación de temas que consideren serán de interés a sus compañeros. Por último, agradecemos a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Director



Los escombros como agregados en la industria de la construcción

Noemí Méndez de los Santos¹

Carlos Rodríguez Jiménez²

Néstor Cruz Gómez³

José Ramón Laines Canepa⁴

^{1,2,3} Profesor- Investigador del ITVH

⁴ Profesor- Investigador de la DACBIOL-UJAT
noemi_183@hotmail.com

Introducción

El reciclado y reutilización de los Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición (RCD), en los últimos años se ha extendido prácticamente a todos los países, fundándose tanto en razones de valorización comercial como medioambientales. Los grandes cambios en el funcionamiento de la economía global provocan de una forma cíclica la obsolescencia de edificaciones industriales, comerciales, obras de infraestructura urbana, vial, etc., dando lugar a una intensa actividad de demolición (Tonda *et al.*, 2008).

Muchos países que van desde los más industrializados como Holanda o Dinamarca, a otros en vías de desarrollo como Bangladesh, experimentan a partir de estas prácticas el ahorro de recursos naturales, incluso países como Kuwait se dieron cuenta de sus demandas para comenzar a aplicar técnicas de reciclaje, tras la ocupación de 1990 – 1991, se incrementó el tratamiento y reciclaje de grandes cantidades de RCD. Esta demanda de reciclaje de materiales es común en todos los lugares donde los edificios y las instalaciones han sido dañados a causa de guerras, terremotos u otros desastres naturales (Bedoya, 2003). Este fenómeno, sin embargo, no es nuevo, ya en tiempos de posguerra los países europeos se encontraron con una gigantesca acumulación de escombros y los aprovecharon para ser utilizados obteniendo buenos resultados, sin embargo es en los Estados Unidos donde inician las primeras investigaciones en reciclado (Tonda *et al.*, 2008).

La necesidad de reciclar los escombros que produce la industria de la construcción está

tomando, hoy en día, gran importancia (Poon *et al.*, 2002). Sin embargo, estos no se aprovechan adecuadamente, sino que tienen su fin en sitios clandestinos como terrenos baldíos o áreas ecológicas y en el mejor de los casos se utiliza como relleno, teniendo como resultado una mala imagen urbana y contaminación, además de las pérdidas económicas. Una manera de coadyuvar a preservar el medio ambiente y los recursos, es reinsertando estos desechos en el ciclo de vida de la construcción a través del reciclaje. Sin embargo, en México muy poco se ha hecho al respecto a pesar de conocer la problemática (Domínguez *et al.*, 2007).

Se espera que los resultados obtenidos sean útiles para los que producen materiales y construyen, presentando una alternativa para el consumidor directo como para las autoridades que mencionan su preocupación por la contaminación, ya que se ha demostrado que estos agregados pueden ser utilizados en la industria de la construcción.

¡Por qué no utilizar los escombros!

El crecimiento demográfico y económico que existe actualmente en el mundo, ha traído como consecuencia la construcción desmedida de infraestructuras y contribuido en la contaminación de nuestro medio ambiente. Hasta el 2003 en Europa la cantidad de residuos que se recogía cada año eran más de 3000 millones de toneladas. Tan sólo en América Latina hasta 1995 era de 275 mil toneladas (CEPIS, 2007).

En México se estima que hasta el 2004, la cantidad de residuos sólidos era de 34 millones 602

mil toneladas, de los cuales el 18% equivalente a 6,326,545 toneladas es de la región centro, el 50% ó 17,359,400 toneladas, en el Distrito Federal un 13% ó 4,500,450 toneladas y el sur con 3,449,250 toneladas que representa el 10% del total del país (SEMARNAT, 2008).

La ciudad de Villahermosa, Tabasco, es la de mayor crecimiento poblacional en el sureste mexicano, en 1990 con una población de 437 mil 567 habitantes; en 1995 con 533 mil 598 habitantes; en el año 2000 de 600 mil 580 habitantes; y el último censo del 2005 reportó una población de 644 mil 629 habitantes, generando una demanda básica social de vivienda que se ha incrementado de manera acelerada en los últimos años. Tratando de satisfacer esa necesidad, se han otorgado créditos y programas para la construcción de viviendas, dando paso a la edificación de fraccionamientos, generando con ello grandes volúmenes de RCD.

Es importante mencionar que en 2009, se inicia la demolición de uno de los edificios más relevantes en esta ciudad, las Galerías Tabasco 2000, y en 2010 la Colonia Casa Blanca en los márgenes del río Grijalva. De lo anteriormente expuesto cabe mencionar que se requieren acciones como la reutilización de dichos residuos con la intención de disminuir este deterioro ambiental.

Los RCD son simples materias primas que actualmente no utilizamos, reutilizarlos es una manera para menguar la contaminación ambiental, implica limpiar y usar los materiales una y otra vez y con ello aumentar la vida útil de un producto, ya que no dejaremos de producir desechos, pero sí podemos reducir su cantidad. Ambientalmente, el reciclaje de escombros es atractivo porque aumenta la vida útil de los rellenos sanitarios y evita la degradación de recursos naturales no renovables (Bedoya, 2003).

Se recomienda estudiar ampliamente y profundizar en el conocimiento de estos materiales (RILEM, 1994), los cuales por su naturaleza son de características muy diversas de región en región y es así como cada país deberá hacer esfuerzos enfocados al uso de los materiales reciclados atendiendo a su realidad y necesidades particulares. De allí la importancia de estudiar los materiales resultantes del reciclaje de los residuos

de una región específica como Villahermosa, Tabasco, México, atendiendo a su realidad tecnológica y económica al estudiar materia prima heterogénea y elementos que para otros lugares no adquiere mayor importancia.

Prevención y gestión integral de residuos

El artículo 4º de la constitución política dice que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. En materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Fortalecer la investigación y desarrollo científico, así como la innovación tecnológica, para reducir la generación de residuos y diseñar alternativas para su tratamiento, orientadas a procesos productivos más limpios. La producción limpia como medio para alcanzar el desarrollo sustentable (LGPGIR, 2007).

1. Residuos de manejo especial

Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (LGPGIR, 2007).

2. Tratamiento

Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad (LGPGIR, 2007).

El ciclo urbano de los escombros

Haciendo énfasis en los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), por lo que los planteamientos y análisis en torno a este tipo de residuos se introducen en el tópico de los escombros, siempre vistos como elementos constitutivos del concreto reciclado, que

es el material compuesto con el cual se pretende generar un modelo de buenas prácticas que van desde lo ambiental hasta lo económico y lo sociocultural, (Bettini, 1998).

La importancia de la recolección selectiva radica en la oportunidad de separar residuos potencialmente reciclables de aquellos cuyo componente orgánico “contaminaría” la totalidad de la carga. Esto es, la recolección selectiva permite que los escombros que todavía pueden cumplir un ciclo productivo lo hagan, sin verse afectados por otros escombros como la madera o la tierra, cuyo alto contenido de materia orgánica cortaría el proceso de reutilización o reciclaje de los residuos inertes como el concreto, el ladrillo o el mortero de pega para baldosas y muros. El problema de revolver los distintos tipos de residuos en una obra, es que los agregados para confeccionar concretos y prefabricados, estarían contaminados con limos y hongos que posteriormente originan reacciones al interior del material ya confeccionado, afectando su estabilidad, su estética y la vida útil dentro de la obra, con consecuencias bastante serias si las afectaciones suceden en elementos de tipo estructural.

Cabe anotar que estos cuidados también se tienen con el material proveniente de canteras o lagunas, por lo cual no debe tomarse como una debilidad del agregado reciclado, sino que debe afrontarse como una de las tantas precauciones que se deben tener en el proceso de manipulación de cualquier material de uso en la construcción, (Bedoya, 2003).

Agregados

Los agregados son productos granulares minerales en estado natural, procesados o artificiales que se mezclan con un cementante o aglutinante hidráulico para fabricar morteros o concretos. Se clasifican en agregados finos y agregados gruesos.

Agregado fino

Conocido como arena, puede ser natural u obtenida por la trituración o una combinación de ambas. Debe pasar totalmente a través de la criba de 3/8” como se muestra en la Tabla 1.

El retenido parcial en cualquier tamiz no debe ser mayor del 45%.

Tabla 1. Composición granulométrica para agregados finos

CRIBA DE ABERTURA CUADRADA		PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO
No. de malla	No. de malla en milímetro	
3/8	9.530	0
4	4.750	0 a 5
8	2.360	0 a 20
16	1.180	15 a 20
30	0.590	40 a 75
50	0.300	70 a 90
100	0.150	90 a 98
Charola		100

Fuente Norma mexicana NMX-C-111

Prueba de contenido de humedad a los agregados

Este método consiste en someter una muestra de agregado a un proceso de secado y comparar su masa antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total. Este método es lo suficientemente exacto para los fines usuales, tales como el ajuste de la masa en una mezcla.

El objetivo general, es establecer el método de ensayo para determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado fino por medio del secado. Sus objetivos específicos son:

- Determinar el contenido de la humedad total para asegurar la calidad y uniformidad dadas al producir la mezcla.
- Conocer el uso del calor, como el medio más apropiado para hacer la extracción de la humedad en agregados.
- Saber sobre la relación que existe entre la humedad total, la humedad superficial y la absorción.

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de estos. Las partículas de agregado pueden pasar por cuatro estados, los cuales se describen a continuación:

Totalmente seco: Se logra mediante un secado al horno a 110°C hasta que los agregados tengan un peso constante. (generalmente 24 horas).

Parcialmente seco: Se logra mediante exposición al aire libre.

Saturado y Superficialmente Seco (SSS): En un estado límite en el que los agregados tienen todos sus poros llenos de agua pero superficialmente se encuentran secos. Este estado sólo se logra en el laboratorio.

Totalmente Húmedo: Todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial.

El contenido de humedad en los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$CH = [(MIM - MMS) / MMS] * 100$$

Donde:

CH = Contenido de humedad (%)

MIM = Masa inicial de la muestra (g)

MMS = Masa de la muestra seca (g).

También existe la humedad libre donde ésta se refiere a la película superficial de agua que rodea el agregado; la humedad libre es igual a la diferencia entre la humedad total y la absorción del agregado, donde la humedad total es aquella que se define como la cantidad total que posee un agregado. Cuando la humedad libre es positiva, se dice que el agregado está aportando agua a la mezcla; para el diseño de mezclas es importante saber esta propiedad; y cuando la humedad es negativa se dice que el agregado está quitando agua a la mezcla.

Prueba de granulometría a los agregados

Los agregados constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. El término agregado comprende: las arenas, gravas naturales y la piedra triturada utilizada para preparar morteros y concretos.

La granulometría y el tamaño máximo de los agregados son importantes debido a su efecto en la dosificación, trabajabilidad, economía, porosidad y contracción del concreto.

El objetivo general es establecer los requisitos de gradación y calidad para los agregados finos y gruesos para su uso en concreto.

Sus objetivos específicos son:

- Determinar el porcentaje de paso de los diferentes tamaños del agregado (fino o grueso) y con estos datos construir su curva granulométrica.
- Calcular si los agregados se encuentran dentro de los límites para hacer un diseño de mezcla.
- Determinar mediante el análisis de tamizado, la gradación que existe en una muestra de agregados, conocer el procedimiento para la escogencia de un agregado grueso y fino en el diseño de una mezcla, para elaborar un concreto de buena calidad.

La granulometría de una base de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor. Los tamices son unas mallas de aberturas cuadradas que se encuentran estandarizados.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso de material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

Los resultados de un análisis granulométrico también se pueden representar en forma gráfica y en tal caso se llaman curvas granulométricas. Estas gráficas se presentan por medio de dos ejes perpendiculares entre sí, horizontal y vertical en donde las ordenadas representan el porcentaje que pasa y en el eje de las abscisas la abertura del tamiz cuya escala puede ser aritmética, logarítmica o en algunos casos mixta. Las curvas granulométricas permiten visualizar mejor la distribución de tamaños dentro de una masa de agregados y permite conocer además qué tan grueso o fino es.

En consecuencia hay factores que se derivan de un análisis granulométrico como son:

El módulo de finura es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2.

$$\text{Módulo de finura (MF)} = \frac{\Sigma\% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$$

Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.10, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa.



Figura 1. Escombros seleccionados.

Observación, cuantificación y determinación del RCD con mayor porcentaje de generación en el Fraccionamiento Vive Pomoca

Al evaluar la generación de los RCD, generados en el fraccionamiento Vive Pomoca, ubicado en la carretera Vhsa – Nacajuca, km. 2.4. de los cuales se pudo observar que el escombros fue el de mayor generación, Figura 1.

Cantidad de generación de RCD en el fraccionamiento Vive Pomoca

Se concluye que el crecimiento de los RCD es el reflejo de la reactivación operada en la actividad de la construcción en los últimos años.

Un 87.5 % de RCD corresponde a escombros y el resto a tierra, metales ferrosos, no ferrosos y plásticos, Tablas 2 y 3.

Dentro del volumen de RCD, los escombros ocuparon el espacio más significativo. Dando la razón a investigaciones como la de Tonda *et al.* (2008).

Recolección, transportación y trituración de los RCD con mayor porcentaje de generación

Se recolectaron, dos volteos de 7 m³ de RCD escombros y se colocaron utilizando un mini cargador frontal y una retroexcavadora cargadora, proporcionada por la empresa constructora (Consortio Vive Pomoca). Durante el proceso se

Tabla 2. Porcentaje de RCD generados en una semana en el Fraccionamiento Vive Pomoca

RCD	CANTIDAD (m ³)	PORCENTAJE
Escombros	42.0	87.50 %
Tierra	2.0	4.17 %
Metales ferrosos	2.5	5.21 %
Metales no ferrosos	1.0	2.08 %
Plásticos	0.5	1.04 %

verificó que la materia prima estuviera libre de cualquier otro material, colocándolos en un volteo recolectando aproximadamente un total de 14m³, se tomaron residuos heterogéneos de bloques, mortero, concreto. Posteriormente se transportaron en el camión de volteo al municipio de Teapa, Tabasco a la empresa CATSA (Construcciones y Agregados de Teapa S.A de C.V.).

Tabla 3. Tabla de generación de residuos de escombros en una semana en el Fraccionamiento Vive Pomoca

GENERACIÓN DE RCD (ESCOMBROS)							
Relación de cantidad de viajes durante una semana en camión volteo de 7m ³ que se realizan en la construcción del Fraccionamiento Vive Pomoca, para calcular la cantidad de volumen de RCD que se genera durante el proceso de construcción.							
CONCEPTO	L	M	M	J	V	S	TOTAL
Construcción a base de block	1	0	1	1	0	1	4
Construcción a base de mezcla prefabricada	0	0	1	0	0	1	2
Capacidad en m ³ de Camión Volteo=							7
Total de Viajes = 6							
Volumen total generado en m ³ =							42

La trituración de la materia prima se realizó en la empresa antes mencionada. Figura 2, se hicieron dos viajes en camión de volteo de 7m³, de los cuales se obtuvieron por trituración 245 costales, de 60 kg cada uno de agregado igual a 12.88m³ de RCD triturado, el proceso que se llevó es el mismo que se usa para la trituración de roca natural. El equipo que se utiliza es una trituradora de mandíbulas, con un tamaño máximo de 20 pulgadas equipada con molinos secundarios y 2 bandas transportadoras, bandas recicladoras y cribas.



Figura 2. Trituración de el RCD en la empresa CATSA S.A. de C.V.

Transportación de los RCD triturados para su estudio al laboratorio de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Villahermosa

Una vez triturada la materia prima, se procedió a recolectarla en costales y con las máquinas de la empresa CATSA S.A. de C.V se colocó en el camión de volteo. Posteriormente el camión recorrió una distancia aproximadamente de 50 km. hasta el Instituto Tecnológico de Villahermosa ubicado en la carretera Vhsa.-Frontera km. 3.5., de la ciudad industrial y depositó este material en la parte trasera del laboratorio del Instituto (Figura 3).

Análisis granulométrico a los agregados de RCD

Pruebas de granulometría a los RCD. Una vez triturada la materia prima RCD, al material se le aplicó la prueba de granulometría, ya que la

clasificación y el tamaño máximo del material son importantes, debido a su efecto en las dosificaciones y la elaboración de mezclas, las pruebas se realizaron en el laboratorio de ingeniería civil del Instituto Tecnológico de Villahermosa.



Figura 3. Depositando los RCD en la parte trasera del laboratorio de Ingeniería Civil del ITVH.

Se seleccionó una muestra de 1000 grs. del agregado RCD que venía triturado con una granulometría menor a 3/8" que es el tamaño recomendado para agregados, enseguida se pasó por una serie de tamices de No. 3/8", 4, 8, 16, 30, 50 y 100, el tamizado se realizó en una cribadora durante 5 min. la cantidad retenida en cada uno de los tamices se cuantificó en una balanza de sensibilidad de 0.1 gr. obteniendo de esta manera el peso retenido, ver Figura 4.

Determinación del tamaño de partículas y prueba de absorción de humedad a los agregados de RCD

En el laboratorio se determinó por separación con una serie de tamices, la distribución del tamaño de partículas, utilizado para agregado fino: mallas No. 3/8", 4, 8, 16, 30, 50, 100, según norma NMX-C-111, se considera que una buena granulometría es aquella que está constituida por partículas de todos los tamaños, de tal manera, que los vacíos dejados por los de mayor tamaño sean ocupados por otras de menor tamaño. Se observó que el tamiz de No. 50 retuvo el mayor peso siendo de 22.20% de la muestra de agregado y el No. 4 sólo de 7.20%. Al realizar el cálculo de módulo de finura se obtuvo un resultado de 0.032, esto nos indica que es un agregado que no se encuentra entre los intervalos especificados que son de 2.3 y 3.1, para las arenas; concluyendo de esta manera que es un agregado



Figura 4. RCD en diferentes números de tamices.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO
Recolección del escombros en el Fraccionamiento Vive Pomoca	m ³	7	\$ 100.00
Flete de 7m ³ de escombros a la trituradora	m ³	7	\$ 200.00
Triturada de 7m ³ de escombros	m ³	7	\$ 200.00
Flete de 7m ³ de escombros al ITVH	m ³	7	\$ 200.00
COSTO DE 7m³ DE ESCOMBRO			\$ 700.00
COSTO DE 1m³ DE ESCOMBRO		Valor aproximado	\$ 100.00

Tabla 4. Descripción de obtención de costo de 1m³ de escombros

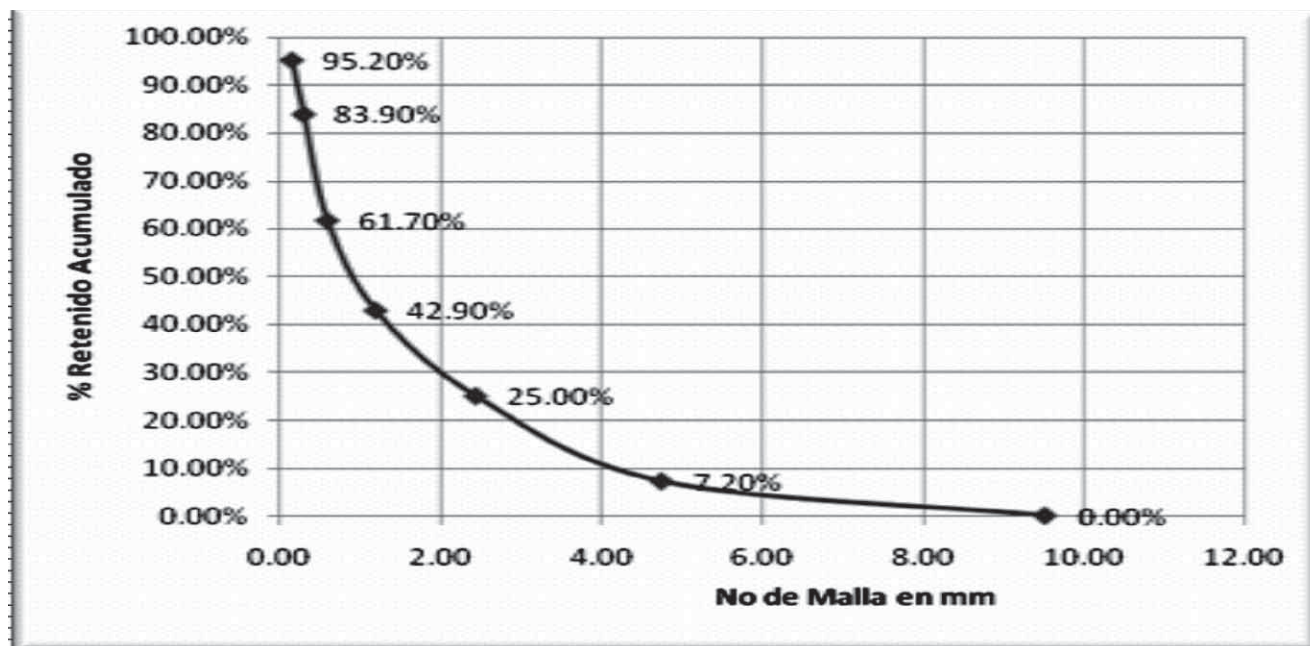


Figura 5. Curva Granulométrica de los RCD.

fino, ver Figura 5. Se observó que hay una gran variedad de tamaños; si tenemos arenas muy finas se obtienen mezclas segregadas mientras que con arenas gruesas, mezclas ásperas, por eso se debe evitar la utilización de cualquiera de los dos extremos.

A diferencia de Valdés *et al.*, (2007), quien sólo aplicó la granulometría para agregados gruesos, ya que la trituración la elaboró de manera manual en laboratorio de una forma un poco ortodoxa, se puede afirmar entonces que su uso se puede ampliar si los RCD los convertimos en agregados finos con equipos modernos como son las trituradoras mecánicas, apoyando investigaciones como la de Domínguez *et al.*, (2007). Se observó que la humedad total de los agregados es relativamente baja, esto quiere decir, que los poros del agregado estaban parcialmente secos; y podemos deducir según los resultados del informe de pruebas de laboratorio que el agregado nos aporta una cantidad del 13% de agua a la mezcla.

Análisis del costo del agregado RCD

Se analizó a detalle de lo que costaría un m³ de escombros triturados en el lugar de su adquisición, lográndose comprobar que es un producto competitivo en el mercado de la industria de la construcción, Tabla 4.

Es relevante mencionar que para poder mejorar estos costos, es importante hacer propuestas para utilizar equipos portátiles de trituradoras de escombros, que puedan estar fijas en el sitio en donde se estén generando los RCD, para disminuir costos de flete, ya que de la forma estudiada, eleva los costos en la obtención de la materia prima triturada.

El uso de agregados reciclados con RCD en la industria de la construcción y pruebas de laboratorio

El uso de estos agregados, actualmente se están estudiando en concretos para crear elementos como; dalas, cadenas, castillos, losas, trabes, zapatas, columnas, losas especiales, en el laboratorio de ingeniería civil del Instituto Tecnológico de Villahermosa, para ampliar la investigación en el estado de Tabasco. Méndez, *et al* (2010).

Estos materiales fabricados a partir de residuos de RCD, fueron de manera tradicional sometidos a pruebas de resistencia a la compresión, absorción, capilaridad, según las normas mexicanas.

La elaboración de los cilindros de concreto con RCD con diámetro de 15 cm y altura de 30 cm, con material granulométrico de ¾", con resistencias de

150 kg/cm², 200 kg/cm² y 250 kg/cm², se concluyó a los 7 días resistencias del 77%, a los 14 días 87% mostrando resultados muy por debajo de lo esperado, a los 28 días se elevó este resultado logrando un 97% estando dentro de los rangos necesarios para poder ser utilizados en la industria de la construcción.

En la elaboración de los bloques macizos elaborados con RCD cuyas dimensiones fueron 12x20x40 cm., con material de RCD retenido en la malla 16 y 30, se logró una resistencia a la compresión en el rango de 55 kg/cm² a 65 kg/cm², la NMX-038-ONNCCE-1974 establece como mínimo 60 kg/cm², la absorción de agua promedio obtenida en 24 horas fue de 11.24% de acuerdo a la norma NMX-C-037-ONNCCE-1986 que permite el 12%. La capilaridad fue de 0.15%, por lo tanto su uso es aceptable de acuerdo a la NMX-C-404-ONNCCE-2005 para uso estructural.

Los bloques huecos elaborados con RCD, tienen dimensiones de 12x20x40 cm, con huecos de 13x7x17 cm, elaborados con material granulométrico que pasa las mallas 10 y 16; obtuvieron una resistencia promedio de 47 kg/cm², la NMX-C-038-ONNCCE-1974 establece que la mínima es de 35 kg/cm², para uso no estructural, la absorción de agua a 24 horas fue de 14.20% y la NMX-C-ONNCCE-1986, establece que la mínima es de 25%, en la de capilaridad se obtuvo un 0.51% por lo tanto puede ser aceptable en la industria de la construcción de acuerdo a la NMX-C-441-ONNCCE-2005 para bloques de uso no estructural.

A las bovedillas elaboradas con RCD se le aplicaron las mismas pruebas que a los bloques, ya que las normas no especifican sus rangos, pero su uso es el mismo que el de un bloque no estructural. Tienen dimensiones de 54.5x17x20 cms., con huecos de 10x8x20 cm. utilizándose material granulométrico atrapado en las mallas 8, 10 y 16.

No se alcanzaron todos los estándares en su totalidad, pero los resultados son positivos para reinsertar y devolver estos residuos a una vida útil, aceptable y segura.

Conclusiones

Se comprobó que fue posible evaluar los RCD en el fraccionamiento Vive Pomoca.

Se logró identificar plenamente cuál fue el de mayor generación, aprovechándolo plenamente sin desperdicios, los escombros recuperados en un 87.5% del proceso de construir y demoler en este fraccionamiento se seleccionaron con la granulometría adecuada.

Destacando la importancia de la demolición selectiva. Si bien es más cara y de mayor duración que la demolición clásica tanto en costo, como en tiempo, se pueden reducir significativamente si se desarrollan sistemas de planificación y técnicas apropiadas. Es necesario seguir legislando sobre la materia, estableciendo responsabilidades en las demoliciones.

Se recomienda que los materiales elaborados con RCD, no sufran una segunda trituración, porque entonces disminuiría aún más su resistencia a la compresión y la absorción de agua sería mayor, no recomendable para estos materiales.

Literatura citada

Bedoya, M. C. M. Julio de 2003. El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

Bettini, V. Madrid 1998. Elementos de ecología urbana. Editorial Trotta S.A.

Domínguez, L.J.A. Martínez L.E. 2007. Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. Ingeniería Revista Académica de la FI-UADY. 11-3. pp. 43-54. ISSN: 1665-529X

LGPGIR. 2007. Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos. Materiales educativos sobre RSU documento informativo. 2007. (www.cepis.ops-ans.org_mrsm/e/fulltext.pdf)

Méndez, N. Rodríguez, J.C., Cruz, G.N., Canepa, L.J.R. 2010 Materiales de la industria de la construcción elaborados y analizados con residuos de la construcción y demolición. (Residente de licenciatura de C. Tania Esther Carrillo Ramos). Instituto Tecnológico de Villahermosa. DGEST

Poon, C.S., Kou S.C. y Lam, L. 2002. Use of recycled aggregates in molded concrete bricks and blocks, *Construction and Building Materials* 16 (5), pp.281-289

Rilem. 1994. RILEM Recommendation 121-DRG Guidance for Demolition and reuse of Concrete and Mansory. Specifications for Concrete with Recycle Aggregates. *Materials and Structures*. Núm 27, pp. 557-559

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas. Norma Mexicana NMX-C-111-ONNCCE-2005. Industria de la Construcción: Granulometría - Especificaciones.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas. Norma Mexicana NMX-C-166-ONNCCE-2005. Industria de la Construcción: Absorción de humedad de los agregados - Especificaciones.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Semarnat - México. 2008

Tonda, M. Begliardo H. Panigatti M.C. Fomero G. Noviembre 2008. Una propuesta de reciclado de hormigón para Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela Departamento de Ingeniería Civil Laboratorio Serie: Notas Técnicas NT-005.

CONTENIDO

Producción de biogás a partir del residuo gástrico-ruminal de ganado bovino en el trópico húmedo JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA, JUAN CARLOS ADOLFO FERNÁNDEZ WITT, ISRAEL MIRANDA ÁVILA, GUILLERMO MORALES PANIAGUA	5
Reactores anaerobios aplicados a comunidades rurales LUIS ALBERTO ESCOBEDO CAZAN, NOEMÍ MÉNDEZ DE LOS SANTOS Y GASPAR LÓPEZ OCAÑA	9
Herpetofauna asociada a ambientes urbanos y suburbanos de Villahermosa, Tabasco, México MA. DEL ROSARIO BARRAGÁN VÁZQUEZ, CLAUDIA ELENA ZENTENO RUIZ, CAROLINA SOLIS ZURITA, MARCO ANTONIO LÓPEZ LUNA, ERICK HERNÁNDEZ ESTAÑOL, MOISÉS MARTÍNEZ ZETINA, LILIANA RÍOS RODAS, JOAQUÍN A. HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ, YOLANDA RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, DAVID PEREGRINO REYES, GUSTAVO RODRÍGUEZ AZCUAGA Y MARIANA DEL C. GONZÁLEZ RAMÓN	19
Comparación de la riqueza de especies del orden Chiróptera en México y Colombia CONTRERAS GARCÍA MARÍA DE JESÚS, PÉREZ PÉREZ ROSA AURORA, ARÉVALO JIMÉNEZ JUAN ARMANDO, SÁNCHEZ CARRIZOSA KARINA Y MIRCEA G. HIDALGO MIHART	27
Uso medicinal de la Familia SOLANACEAE en Tabasco MIGUEL ALBERTO MAGAÑA ALEJANDRO Y CARLOS MANUEL BURELO RAMOS	33
Los escombros como agregados en la industria de la construcción NOEMÍ MÉNDEZ DE LOS SANTOS, CARLOS RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, NÉSTOR CRUZ GÓMEZ, JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA	37
Evaluación preliminar del extracto de pituitaria de carpa y de la gonadotropina coriónica humana en la calidad espermática de <i>Cichlasoma urophthalmus</i> MARÍA J. CONTRERAS-GARCÍA, LENIN ARIAS-RODRÍGUEZ, ROSA A. PÉREZ-PÉREZ, Y TERESA J. MANRÍQUEZ-SANTOS	47
Diseño del software de análisis de datos meteorológicos: Fase de prueba E. MAGAÑA-VILLEGAS, S. RAMOS-HERRERA, J.M. CARRERA-VELUETA, J.R. HERNÁNDEZ- BARAJAS	55
Ecoturismo en áreas naturales protegidas ¿Una alternativa para el desarrollo económico rural? CAROLINA ZEQUEIRA LARIOS, LILIA MA. GAMA CAMPILLO, MA. ELENA MACÍAS-VALADEZ Y JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA	63
Análisis temporal de la concentración de partículas pm₁₀ en Villahermosa, Tabasco SERGIO RAMOS-HERRERA, RAÚL BAUTISTA-MARGULIS, ARTURO VALDEZ-MANZANILLA Y MANUEL ESTEBAN-CASTRO	69
NOTA	
Biotechnología ambiental: Un acercamiento a la química y a los compuestos Xenobióticos RODOLFO GÓMEZ CRUZ	77
Proyectos de investigación en desarrollo con financiamiento externo	81
Eventos Académicos 2010.....	89
Avisos.....	93
Instrucciones para publicar en Kukulkab'.....	

