

Creación de cometas tetraédricas colapsables.

Ing. Erik Delgado León

Última modificación: 21/09/2005

Las cometas tetraédricas... un destello de paciencia y trabajo... pero con el aliciente de que en cualquier lugar que las vueles, serán las más interesantes para los observadores...!!!

Colapsables? Esto es algo que me interesó sobremanera, más aún, cuando en Internet no encuentras ningún lugar donde te digan claramente cómo hacerlo (a menos que compres un CD que venden en un sitio en Internet, lo que no pienso hacer... y que además, según comentarios, no es lo que cualquiera esperaba por una compra.)

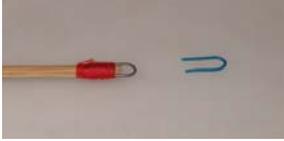
En varios sitios se encuentran los planos para hacer cometas tetraédricas, y se menciona en algunos la posibilidad de hacerlas colapsar para facilitar su transporte. He buscado la forma de hacerlo, pero no lo he logrado, así que tuve que diseñar mi propio método. Quizás no sea el mejor, pero funciona satisfactoriamente.

Estas instrucciones serán para una cometa de 34 celdas, expandible a una tipo avión de 55 celdas, utilizando palitos de bambú para barbacoa de 10", pero es totalmente aplicable el mismo principio para casi cualquier tipo de cometa tetraédrica. A continuación, muestro tres de los modelos que he hecho en forma colapsable. El primero, es una cometa en forma de pirámide, de 16 celdas, armada a partir de 4 cometas de 4 celdas. El segundo, es un modelo de 34 celdas, y el tercero, fue mi último diseño, que consta de 55 celdas, armada en tres segmentos... y todas colapsables..!!



Preparación de los palitos.

Cada palito debe tener en sus dos extremos, una "argolla" u "ojo" que permita el paso de una arandela o anillo metálico. De esta forma, los palitos tendrán movilidad y facilitarán la tarea al momento de colapsar la cometa. He intentado con varios elementos, y todos han dado buenos resultados con mayor o menor trabajo. Veamos las distintas posibilidades...



Se pueden utilizar pedacitos de alambre de cobre con cobertor plástico, de aproximadamente una pulgada de largo, se doblan en “U”, se colocan en el palito y se hace un arrollado con hilo de algodón o polyester, el cual se engoma con cola blanca o cemento de contacto. Se logra una resistencia de aproximadamente 2Kg antes de que el alambre ceda. Esto es más que suficiente. Para dar un mayor soporte, puede doblar las puntas del alambre con lo que la resistencia máxima que he obtenido ha sido de 6Kg..!!



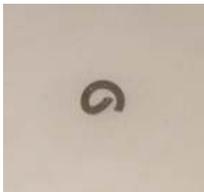
Con este tipo de piecitas, de las usadas para contactos eléctricos, se pueden poner en los extremos de los palitos, y se cierran a presión, dando una resistencia de aproximadamente 1Kg.



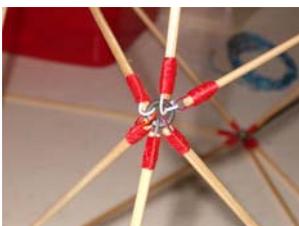
Debido a que son de metal, tienden a resbalar sobre el bambú, por lo que, si se desea, se puede agregar el arrollado de hilo de algodón, y el engomado, con lo que se obtiene nada menos que una resistencia de aproximadamente 3.5Kg. El problema es el costo de cada piecita. Por dar un ejemplo, cada pieza cuesta aproximadamente \$0.12 y cada palito requiere 2, o sea, un total de \$0.24 por palito. La cometa de 34 celdas, utiliza 204 palitos, o sea, un total de 408 piecitas de metal, con un costo aproximado a los \$50 dólares..!

Unión de las puntas de los palitos

Las puntas de los palitos, una vez listos, son enganchados utilizando algún tipo de arandela o anillo. Yo utilicé arandelas de presión de 3/16” dado que por el tamaño y por tener acero, son sumamente resistentes.



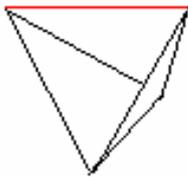
Esta es una arandela de presión 3/16”, la medida justa para que se puedan realizar las conexiones de todos los palitos. Se puede buscar alguna otra alternativa, siempre pensando en minimizar el peso de la cometa.



Si se aprecia con detenimiento, todos los palitos se encuentran enganchados dentro de la arandela, dando la capacidad de movilidad. Esta movilidad, no genera inestabilidad a la estructura, por lo que si se siente un poco “floja”, eso se ajustará cuando esté en pleno vuelo, gracias a la presión del aire.

Lo necesario para que una cometa tetraédrica colapse.

La idea de una cometa que colapsa, es que sus celdas se puedan cerrar y abrir sin deformar la estructura de la cometa, y facilitar su transporte.

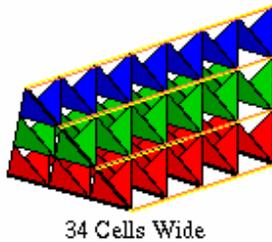


Si vemos este caso, al desmontar el palito marcado con color rojo, se logra que las dos puntas se puedan unir sin dificultad.



Ahora bien, al desmontar este palito en todas las celdas, hace que todas queden inestables, y podría abrirse de tal forma que quedaría totalmente tendida

en el suelo. Para evitar esto, se puede colocar entre las puntas de cada celda que se desmontan, un hilo de nylon que mida una pulgada más que el largo del palito que se desmonta, con el propósito de que al extender la cometa, ésta no se abra más de la cuenta, y al conectar el palito, el hilo quede flojo, y no cause que ciertas celdas queden más cerradas que otras, ya que esto le restaría estabilidad a la cometa.



Si vemos este modelo, tomado del sitio Anthony's Kite WorkShop (muchas gracias, Anthony..!. También pueden visitar el sitio Anthony's Kite WorkShop en la dirección <http://www.cit.gu.edu.au/~anthony/kites/>), las líneas remarcadas con amarillo, son los "soportes" que podríamos quitar o desmontar para que la cometa colapse sin dificultad. Estos soportes pueden hacerse como uno solo del ancho de la cometa, o independientes. Ambos funcionan bien. Quizás, para montar y

desmontar, pueda ser más rápido si se usa una varilla que mida todo el ancho de la cometa, y los puntos se conectarían a la varilla similar a como se conectan los extremos de los palitos. Las uniones de las celdas en un mismo piso, se hacen fijas, pues la cometa colapsa hacia lo ancho.

Para ver una secuencia de fotos en la que se desmonta una cometa de 34 celdas, diríjase a la página <http://www.tetralite.com/pictures.html>, no es muy detallada, pero se ve la cometa armada, y al final cómo queda ya desarmada.

Construcción de la cometa.

Detalles antes del inicio de la construcción

Antes de iniciar la construcción de la cometa, hay que tener casi todos los palitos listos con sus respectivos “ojos” en los extremos. La cantidad de palitos será la cantidad de celdas multiplicado por 6. Así, una cometa de 34 celdas usará un total de 204 palitos. Los palitos que se usarán como conectores al montar la cometa, usarán sólo un “ojo”, pues en el otro extremo, deben tener un enganche que permitirá conectar y desconectar la celda.



En mi caso, y dado que no logré encontrar algún sistema práctico ya listo, utilicé clips de papel, y modifiqué su forma. El tipo de alambre usado en estos clips da buena resistencia, y a la vez flexibilidad, aunque no son muy duraderos, pues tienden a “quebrarse” con el movimiento, pero funcionan. En la foto se puede apreciar la forma que le doy a estos clips para crear los soportes.

Antes de iniciar la construcción de la cometa, hay que tener claro el tamaño que queremos de cometa, y cuántas celdas queremos en el primer piso, pues será el punto de partida para calcular la cantidad de celdas en los pisos superiores. Comúnmente se dará el caso de que al subir al siguiente piso, la cantidad de filas se reduce en 1 y la cantidad de celdas por fila aumentará en 1, a menos que sea alguna construcción especial, tal como la utilizada en el modelo tipo avión (tercera foto al inicio del documento), y que es la que simula el “cuerpo” de la cometa, conectando la de 34 celdas (superior) con la inferior (10 celdas), y que se explicará más adelante.

Cometa de 10 celdas (figura de la derecha)

Primer piso	6 celdas (2 filas x 3 celdas)
Segundo piso	4 celdas (1 fila x 4 celdas)



Cometa de 34 celdas (segunda foto al inicio del documento)

Primer piso	15 celdas (3 filas x 5 celdas)
Segundo piso	12 celdas (2 filas x 6 celdas)
Tercer piso	7 celdas (1 fila x 7 celdas)

Este principio es aplicable para cualquier tipo o ancho que quiera generar, y el cálculo siempre sumará uno a la cantidad de celdas, y restará uno a la cantidad de filas, según vaya aumentando los pisos. Para terminar de ilustrar esta definición, veamos el siguiente ejemplo:

Cometa de 95 celdas

Primer piso	25 celdas (5 filas x 5 celdas)
Segundo piso	24 celdas (4 filas x 6 celdas)
Tercer piso	21 celdas (3 filas x 7 celdas)
Cuarto piso	16 celdas (2 filas x 8 celdas)
Quinto piso	9 celdas (1 fila x 9 celdas)

Importante: Entre más celdas tenga la cometa, mayor será su estabilidad, dado que el flujo de aire, al pasar por más celdas a la vez, evita que ésta genere movimiento a los lados. Si la cometa que construye tiende a moverse, solo agregue una o dos “colas” y con eso solucionará el problema, sobre todo con vientos fuertes (segunda foto al inicio del documento). El avión no requiere cola, incluso en vientos fuertes.

Unión de los pisos.

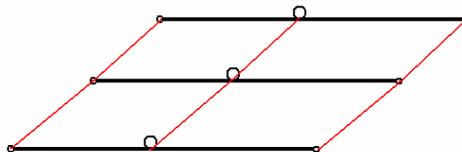
Un aspecto importante al momento de la construcción, es la unión entre los pisos, ya que estas uniones servirán para sostener la parte de arriba del piso inferior, y la parte de abajo del piso superior. El primer piso, requerirá de una varilla con un tamaño igual a la cantidad de filas que tendrá. Para el caso de la cometa de 10 celdas, cada varilla de éstas tendrá el largo de dos celdas, pues recordemos que en el primer piso, se tendrán 2 filas por 3 celdas, y que la cometa colapsa hacia lo ancho, no hacia lo largo. A continuación se muestra una varilla para esta cometa de 10 celdas, que irá en el primer piso:



La argolla que tiene en el centro, será el punto de unión de las dos celdas. Para el caso de la cometa de 10 celdas, se utilizarán 3 de éstas varillas.

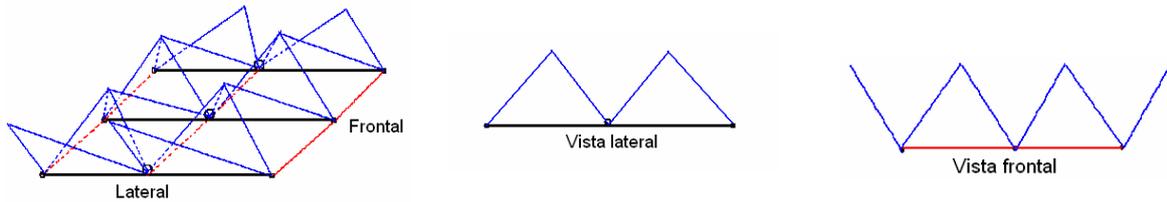
Construcción

Lo primero que haremos, será crear la plantilla del primer piso. Ésta constará de 3 varillas similares a la de la foto anterior, y los tres conectores (en rojo):



Ahora, a cada uno de los extremos, debemos también poner los palitos respectivos para crear los triángulos horizontales.

En los extremos, irán dos palitos por punta, y en los centros, serán 4:



Nótese que en cada uno de los puntos de unión, siempre irán 4 palitos, y esa cantidad será la misma siempre para el primer piso.

Con esto, hemos concluido la construcción del primer piso, el cual no es muy complejo, al igual que el último. Los más complejos son los pisos intermedios, sobre todo cuando la cometa tiene 3 o más pisos.

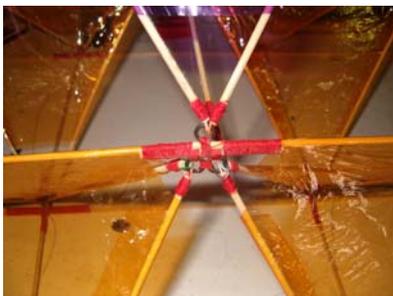


Para el caso de una cometa de 2 pisos, el entrepiso será directamente el piso secundario, y lo que se hará, será conectarse directamente sobre las puntas del piso inferior, sin olvidar los palitos que se usarán como conectores...

En esta foto, se aprecia a la izquierda, la cometa de 10 celdas armada. Si se ve con detenimiento, cada una de las puntas superiores del primer piso, se conectan con el palito perpendicular del segundo piso. No olvidemos que las uniones entre las celdas, se hace con los palitos que tienen un conector.

Importante: Para efectos de facilidad al momento de construir, armar y desarmar la cometa, coloque todos los conectores hacia un mismo lado. Por ejemplo, todos de izquierda a derecha, o derecha a izquierda, así evitará complicaciones.

Entrepiso.



Denomino entrepiso, a las varillas que sirven de unión entre un piso y otro, pero para el caso de cometas de 3 o más pisos. En este caso, la varilla debe tener una (o dos) argolla hacia arriba (para conectar los palitos del piso superior) y otra hacia abajo (o dos, para conectar los palitos que vienen del piso de abajo).

La foto a la izquierda, muestra una de las formas que he empleado para hacerlo. En este caso, utilicé las arandelas

de presión directamente sobre el palito. El problema aquí, es que si se suelta la arandela, será mucho más complejo reparar la cometa.

Por lo tanto, ahora empleo el método similar al del primer piso, utilizando las piecitas de alambre con la forma curvada, dentro de las cuales, pongo las arandelas de presión y a éstas conecto los palitos.



Estas piecitas son hechas también de alambre de clip, y las arrollo a un pedacito de palito, con el fin de que sirvan tanto para la colocación de la arandela de presión, como para unir los palitos largos.



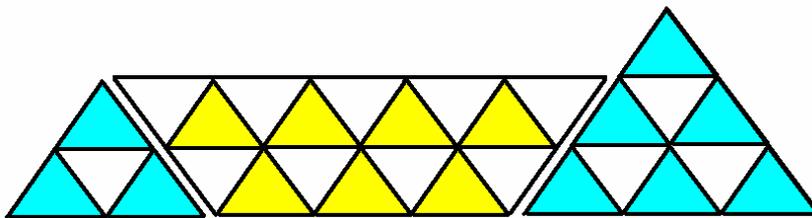
En la foto de la izquierda, se muestra cómo queda al final, luego de la unión con la piecita metálica.

El entrepiso, lleva entonces, dos piecitas metálicas, una hacia arriba y otra hacia abajo.

Casos especiales

En ciertos casos, será necesaria la construcción de partes que se escapan de la teoría aquí expresada, y por tanto, considero una obligación dar un vistazo a este tipo de elementos.

Ya se vio que las cometas de 10 y 34 celdas, tienden a abrir hacia lo ancho, y no hacia lo largo, y que los pisos van en cantidad descendente conforme aumentamos de un piso a otro, dando una forma triangular si se ve de lado, por lo que si quisiéramos unir ambas, tendríamos que utilizar una estructura de enlace con una construcción invertida, donde el primer piso tendrá sólo una fila de celdas, y el segundo piso tendrá dos filas de celdas. A continuación se muestra la forma en que se unirían las dos cometas, para formar una sola...



Si vemos de lado las cometas, tenemos la de 10 celdas a la izquierda, y la de 34 celdas a la derecha, ambas en celeste. Ahora, la unión entre ambas, es una estructura de construcción “invertida”, tal como se mencionó anteriormente, y su construcción requiere de mayor cuidado.

En la foto de la derecha, se muestra la construcción del cuerpo ya terminado, y se puede apreciar, que al ponerla sobre la mesa, los triángulos quedan hacia abajo, y no hacia arriba, tal como deberían quedar. Al colocarla en la forma correcta, no se



puede sostener, pues el primer piso está compuesto por las celdas violeta y verde en la foto. El segundo piso, son dos filas de 4 celdas.

La forma de unir el cuerpo de la cometa, a la cometa de 10 o de 34 celdas, es muy sencilla, y yo utilizo pedacitos de alambre de cobre de unas 5" de largo, para arrollarlas sosteniendo ambas cometas, de forma que queden fijas. Esto se muestra a continuación...



Esta es la forma de hacer el enlace entre la cometa de 10 celdas, y el cuerpo. El otro extremo del cuerpo será conectado en forma similar a la de 34 celdas, con lo que tendremos lista nuestra cometa en forma de avión de 55 celdas.

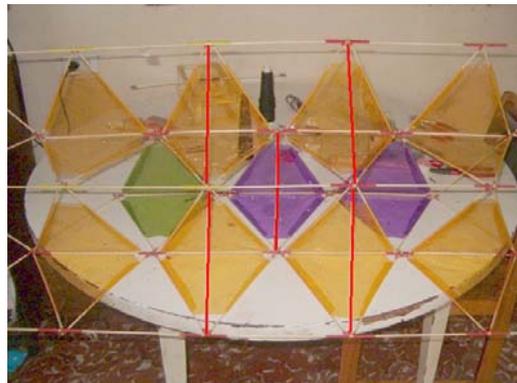
En la foto de la derecha, se puede apreciar la forma en que realizo la unión de la cometa de 10 celdas con el cuerpo. Lo explico utilizando la cometa de 10 celdas, pues es más simple de ver, aunque la unión con la cometa de 34 celdas, es similar, y sólo hay que mantener el centro (sé que es obvio, pero hay que tener ese cuidado). Estas amarras es conveniente que sean realizadas con al menos un par de vueltas, para dar mayor seguridad, y evitar que resbalen y se suelten cuando está en pleno vuelo, pues sería catastrófico...!!!!



A continuación se muestra ya como quedan ambas, luego de la unión...

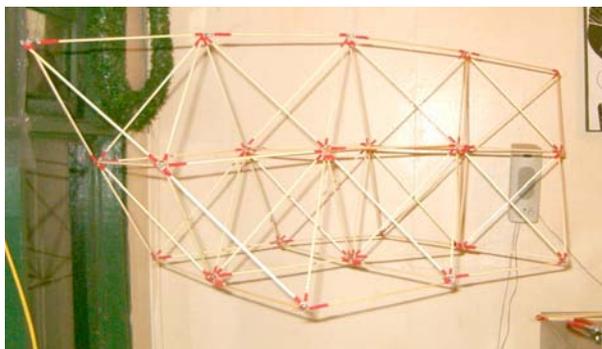


La forma de colapsar el cuerpo, es utilizando conectores en forma perpendicular al largo, pero en este caso, como se conecta en los extremos, sólo ocuparemos tres conectores, dos arriba, y uno al centro. Esto será suficiente, pues el soporte adicional lo dan las cometas de los extremos. La foto de la derecha, ilustra la posición utilizada para los palitos que se desmontan, y lograr que colapse.



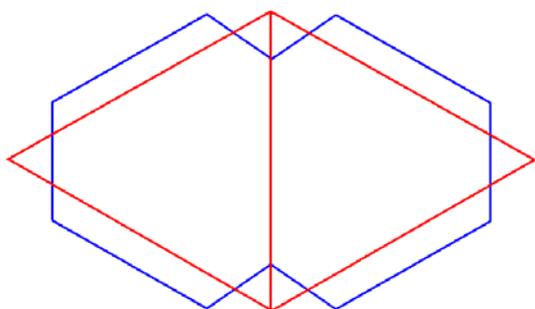
Forrado de las celdas

El forrado de las celdas, se puede hacer conforme se van montando los pisos durante la construcción, pero esto presenta el problema de que en ocasiones uno tiene que meter el brazo en medio de las celdas, para llegar a ciertos puntos de la cometa. En mi caso, siempre he realizado el forrado de las celdas una vez que termino la construcción. De esta forma, si algo no queda bien, o si al colapsarla algunos palitos quedan muy ajustados, se puede modificar fácilmente.



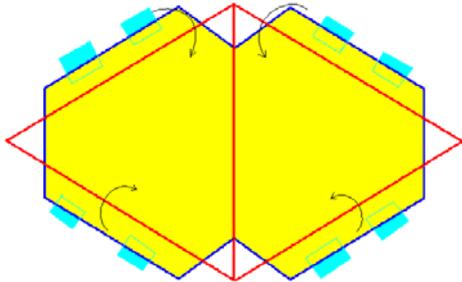
Yo utilizo papel celofán, pues es muy vistoso, y además, cuando la cometa está en pleno vuelo da una impresión muy elegante al dar colorido y a la vez cierta transparencia. El cómo acomodar los colores, es gusto de cada quien. En mi caso, utilicé los colores de forma asimétrica, aunque actualmente la he modificado y le he cambiado los colores para dar una forma simétrica.

Molde



Para hacer el molde, basta con colocar sobre una hoja de papel (lo suficientemente grande), 5 palitos en la posición que se indica en la figura (con rojo), y hacer un marcado similar al que se muestra con azul. Una vez que se tiene, se recorta, y se usa para cortar todas las piezas, de tal forma que se pueden cortar en grupos de 10 o más con sólo un corte. Los sobrantes que quedan fuera del área de los

palitos, serán para doblar el papel alrededor del palito en la cometa, y fijarlo con cinta adhesiva.



Aquí se muestra la forma en que se coloca el papel sobre la pieza, y el cómo doblarlo. Es importante anotar que el papel se coloca sobre los dos lados que son fijos, y no sobre el lado que se desmonta para colapsar la cometa. Además, no debe quedar ajustado, pues al intentar cerrar la cometa, pueden romperse.

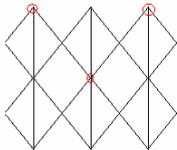
Como sugerencia, es mucho mejor si se inicia el forrado una vez que la estructura se encuentre totalmente terminada.

Colocación de las bridas (frenos)

Para quienes han investigado sobre la colocación de las bridas, se habrán dado cuenta que es variada la forma en que se sugiere que se debe hacer.

Una de las formas más comunes, es la de un simple amarre en alguna posición al centro y arriba de la cometa, pero esto me generó mucha inestabilidad y demasiado movimiento en pleno vuelo, por lo que, a partir de ese momento, he utilizado siempre tres puntos de amarre en la cometa. Veamos los distintos casos que me han dado excelentes resultados (las gráficas son equivalentes al primer piso de cada cometa, vista desde abajo):

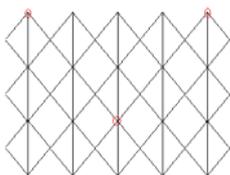
Cometa 10 celdas



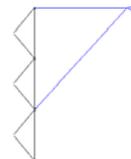
Se hacen dos amarras en los extremos superiores, y al centro, y las líneas superiores deben quedar perpendiculares (90°) con respecto a la cometa en posición vertical.



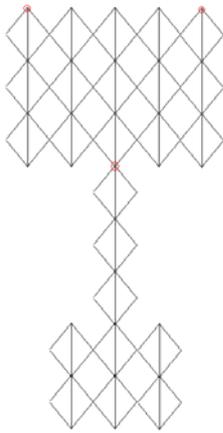
Cometa 34 celdas



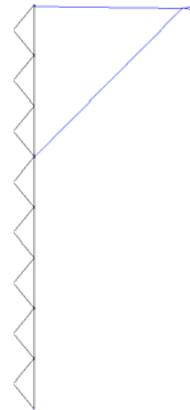
Al no haber un centro establecido, se busca hacia abajo al siguiente punto, con el fin de obtener mayor resistencia y menos planeamiento, dando a la cometa mayor fuerza. Al igual que el modelo anterior, hay que mantener los 90° .



Cometa 55 celdas



La colocación de las amarras, será en los extremos superiores, y en la parte inferior de la cometa de 34 celdas, justo donde se une con el cuerpo del avión. El motivo de colocar la brida central en ese punto, y no más abajo buscando el centro, es que el punto de mayor peso se da en la cometa de 34 celdas (parte superior), y por tanto, lo que ocupamos, es que el cuerpo y la cometa de 10 celdas cumplan la función de “cola” y guía para mantener la estabilidad, y así evitar tener que colocar cola adicional que le daría mal aspecto. La estabilidad que da al colocar las bridas en esta posición, es tal, que incluso con vientos muy fuertes, se mantiene



totalmente estable.

Conclusión.

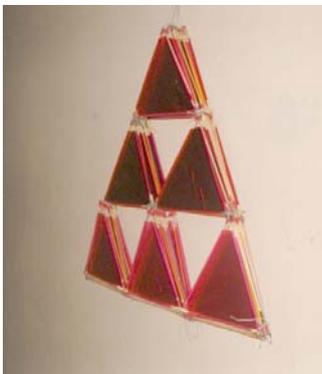
Lo que queda, es mostrarles el resultado final, una vez que todas las partes han quedado montadas ...

Estas fotos fueron tomadas el mismo día en que finalicé la construcción.



Y cómo quedan una vez colapsadas?? Veamos...

34 celdas:



10 celdas:



11 celdas (cuerpo):



Agradecimientos especiales

Agradezco profundamente a Dios por darme la vida y la oportunidad de tener una esposa y dos hijas maravillosas.

A Nathalie, mi hija mayor de 7 años, que me animaba y me supervisaba mientras construía esas cometas.

A Keylin, mi bebé de 1 año y medio, por todos los palitos que me escondía, y que luego fueron apareciendo...!!!

A Juan Miguel, un nuevo amigo desde España, que con sus sugerencias, han hecho posible muchas mejoras a este documento.

Y por último, a todas las páginas web y sitios en Internet que mantienen información relacionada con este tipo de cometas, y a las personas que dedicaron su tiempo en realizar esos documentos.

Erik Delgado León
E-mail: erik_d_1@yahoo.com