

SM RIM-67A

v.18.10 final

PROYECTO Certificación LEVEL 3 TRIPOLI ROCKETRY ASSOCIATION, INC.



Standard Missile RIM-67A

LUIS IGNOTO LEDO

TRA #14608 - L2

Madrid (Spain) - 2018

<u>Indice de Contenido</u>	<u>Páginas</u>
1.- Características generales y Materiales	8 a 4
1.1 Características del modelo adaptado	2
1.2 Plano dimensional	2
1.3 Datos generales	3
1.4 Diseño, Cálculo y Acabado (OpenRocket)	4
2.- Antecedentes y participación actual	5 a 7
2.1 Reencuentro con el Modelismo Espacial	5
2.2 Historial de Lanzamientos	6
2.3 Modelos HPR más representativos realizados	7
3.- Preparación de Componentes	8 a 11
3.1 Elección de material	8
3.2 Aletas principales	9
3.3 Componentes, estructura, Portamotor y Fuselaje	9
3,4 Botones Guía de rail	10
3,5 Aletas, Anillos de Centrado y Tapas de Bahía Electrónica	11
4.- Sección 1 Motriz	12 a 19
4.1 Secuencia virtual del montaje de la Sección 1 Motriz	12-14
4.2 Encolado de la Sección 1 Motriz	15
4.3 Encolado de las Aletas principales	16
4.4 Encolado de Aletas longitudinales (parte inferior)	17
4-5 Tabiques interiores y tercer anillo centrador	17
4.6 Refuerzo de las Raíces de las Aletas principales	18
4.7 Anillo Trasero y Anillo de Empuje	18
4.8 Retenedor y Falsa Tobera	19
4.9 Encuentro de Aletas con fuselaje – Radio de acuerdo	19
5.- Sección 2	20 a 21
5.1 Acoplador con Sección 1	20
5.2 Aletas longitudinales (parte superior)	20
5,2 Lastre de plomo	21
6.- Sección 3 y Bahía Electrónica	22 a 27
6.1 Bahía Electrónica	22-23
6.2 Instalación y Cálculo para los Altimetros	24
6,3 Soporte y electrónica interior	25
6.4 Orificios equilibrado Presión de Bahías de carga de Droque y Main	26
6.5 Cargas de Eyección (Ejection Charges)	27
7.- Sistema de Recuperación	28 a 32
7.1 Diagrama de conexiones de los cordones a los diferentes elementos	28
7.2 Cálculos del Droque	29
7.3 Cálculos del Paracaídas MAIN	30
7.4 Sock cords y conexiones	31
7.5 Distribución interna de componentes	32
8.- Sección 4 y Ojiva	32
9.- Simulación de Vuelo - Datos y Gráficos	33-34
10.- Prueba estática	35
11.- Pintado y decoración	36
12.- Lanzamiento	37
13.- Listado de Materiales	37-38
14.- Listas de Chequeo de Montaje y Lanzamiento	39-42
14.1 Lista de Control del Sistema de Recuperación (Recovery CheckList)	39-41
14.2.- Lista de Control pre-vuelo en Rampa (Pre-flight On-Pad Checklist)	42
15.- TRA Pre-flight Capture Form	43
16.- Etiquetas	44 a 45
Añadido Post-lanzamiento:	
17.- Cambio de motor y Lanzamiento	46 a 53
18.- Agradecimientos	53-54

1.- Características generales y Materiales

1.1.- Características del modelo adaptado

Modelo: Standard Missile RIM-67A

Construcción propia partiendo de componentes comerciales.

Materiales estructurales:

Ojiva: PNC-7.51, polietileno de alta resistencia de LOC Precision.
Fuselaje: 3 tubos de 30" LOC Precision BT-7.51 laminados con FV y epoxi.
Acopladores: 2 de LOC Precision TCL-7.51 laminados interiormente con FV (fibra de vidrio) y epoxi. Uno de ellos adaptado para Bahía Electrónica.
Porta-motor: LOC BT-3.00 laminado con FV y epoxi.
Aletas principales: Contrachapado de Abedul finlandés laminadas con FV y epoxi.
Aletas longitudinales: Contrachapado de Abedul finlandés impermeabilizadas con epoxi.

1.2.- Datos generales

Dimensiones:

Longitud total:	2.867	mm
Diámetro:	196	mm
Número de Aletas principales:	4	
Envergadura aletas principales:	710	mm
Número de Aletas longitudinales:	4	
Envergadura aletas longitudinales:	316	mm
Diámetro porta-motor:	75	mm
Coefficiente de Resistencia aerodinámica:	0,8	

Motorización:

Motor: Marca / Tipo:	Aerotech / M1297W-P
Impulso Total:	5.439 Ns
Empuje medio:	1.339 N
Empuje máximo:	2.048 N
Tiempo de quemado:	4,06 s
Masa total:	4.637 g
Masa carcasa:	1.915 g
Masa combustible:	2.722 g

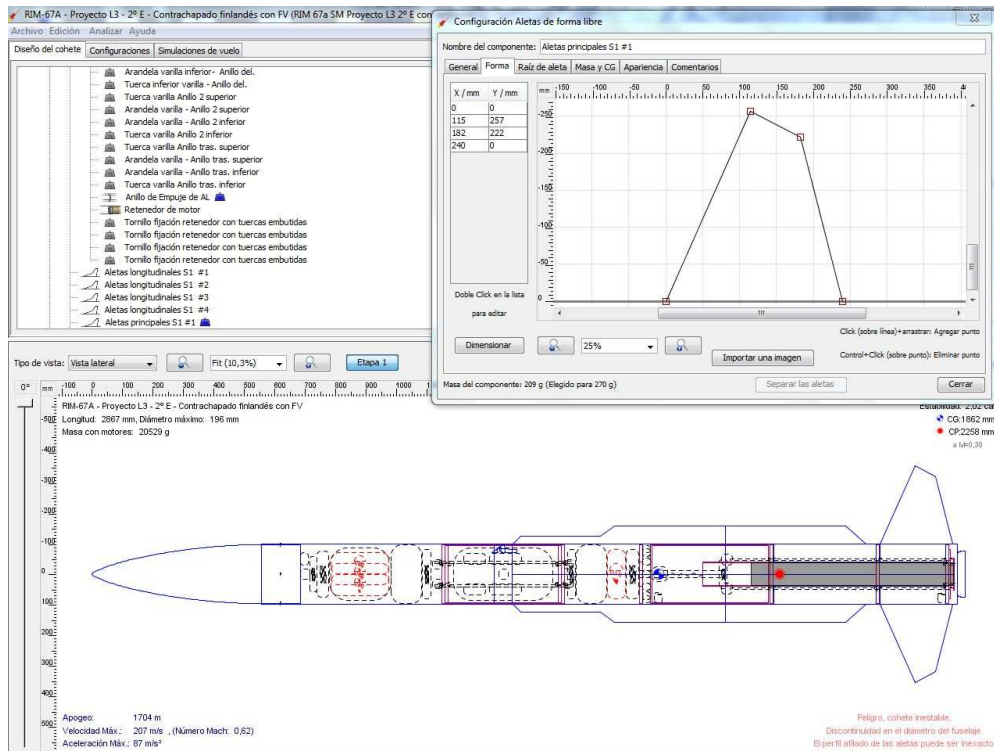
Pesos y performances:

Peso en vacío:	15.892	Kg	(según simulador)
Peso en rampa c/este motor:	20.529	Kg	
Velocidad salida rampa:	20,5	m/s <>	73,8 Km/h
Velocidad Máxima prevista:	207	m/s <>	745 Km/h (Mach 0,62)
Altura Máxima prevista:	1.701	m	
Aceleración Máxima:	87	m/s ² <>	8,87 g,s
Centro de presión:	2.260	mm	
Centro de Gravedad p/1 calibre: < que	2.064	mm	
Centro de gravedad s/cálculos:	1.863	mm	
Estabilidad s/cálculos	2,02	calibres	

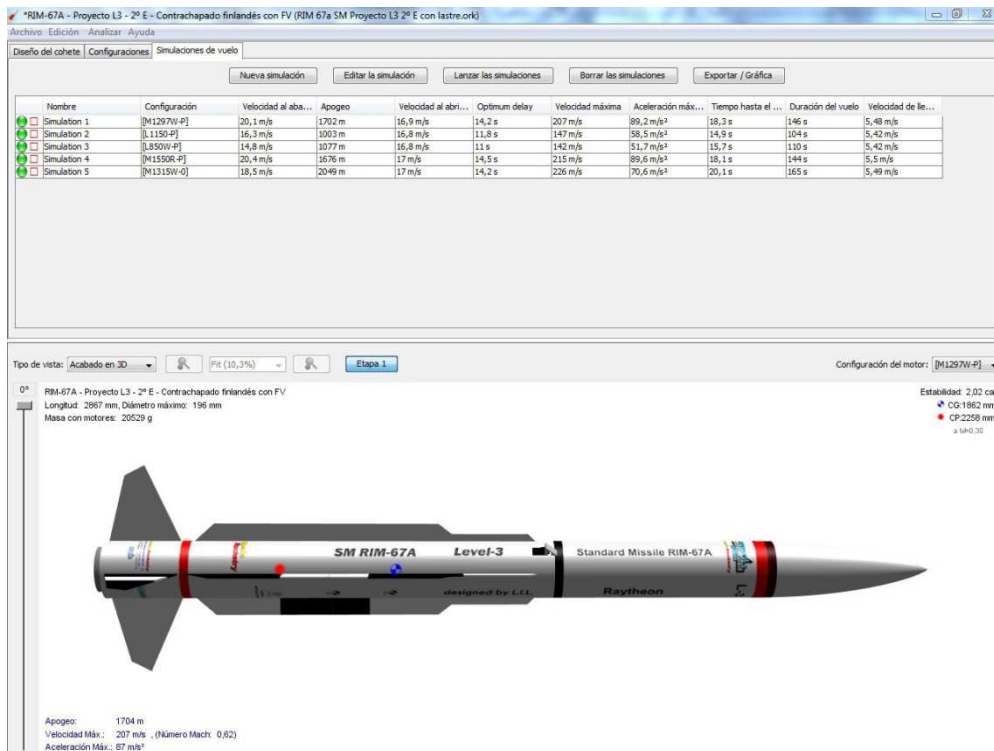


Misil en el que está basada la adaptación

1.3.- Plano dimensional



La envergadura de las aletas se han reajustado para asegurar un margen amplio de estabilidad (superior a un calibre) resultando en cálculos alrededor de 2 calibres, incluyendo una pequeña cámara mini-DV con su carenado.



Vista 3D con pintura y decoración y Datos de Simulaciones con distintos motores con cámara mini-DV con su carenado a bordo.

En documento anexo se aporta fichero de diseño de OpenRocket. Software libre que se puede descargar de: <http://openrocket.sourceforge.net/>

2.- Antecedentes y participación actual en Modelismo Espacial

2.1.- Reencuentro con el Modelismo Espacial

Después de haber hecho Aeromodelismo en casi todas sus facetas me inicié en el Modelismo Espacial de competición (CIAM-F.A.I.) en 1977 animado por mi amigo, Ángel Infante Moratilla Delegado de esta modalidad en esas fechas, continuando en los años 80 y mitad de los 90 a nivel internacional consiguiendo varios éxitos.

Se puede destacar que en el 4th FAI WSMC-1980 en Lakehurst, NJ, EEUU con el Equipo español conseguimos una medalla de Oro individual y por Equipos en S3A y además una de Bronce por equipos en S4D.

Estuve practicando este Deporte-Ciencia desde el aprendizaje inicial, posterior enseñanza en la Escuela provincial a nuevos aficionados, en el diseño de modelos para competición y en la programación informática de una Aplicación para el cálculo de estabilidad de los modelos (adaptándola a medida que los medios informáticos avanzaban). Fui Subdelegado de Modelismo Espacial en la CIAM-FAI durante los años 80 y parte de los 90.

En ese tiempo estuve dirigiendo el Club Grupo Empresa Talbot-RVI, con el cual organizamos concursos de Aeromodelismo y Modelismo Espacial a niveles autonómicos, nacionales como internacionales como un europeo de M.E. en Lleida en 1979 bajo la dirección de la entonces FENDA – actualmente RFAE - junto con el Club Aeromodelismo Madrileño y el R.A.C.B.S, y la participación de muchos amigos deportistas, particularmente Ángel Infante Moratilla, Jefe del Equipo Nacional y Joaquim Gaya (actual TRA L3 de nuestro Club SpainRocketry) en los encuentros Internacionales de M. Espacial.

Pasó el tiempo, y ya no pensaba tener oportunidad de volver a practicar esta afición pero mi actual amigo y compañero, Jesús Manuel Recuenco Andrés (TRA L2), contactó conmigo *a través de Internet* en Enero de 2011 y me invitó a asistir a un encuentro de M.E. para enseñarme sus modelos de Alta Potencia H.P.R. y lanzar unos cohetes de baja potencia, que por cierto yo guardaba con esmero incluyendo kits aún no construidos.

En 2011 en febrero y para ese encuentro construí un viejo kit de un pequeño modelo, el **Condor**, que porta un ligero planeador canard, además llevé mi *veterana maleta de competición* porta-modelos y demás, así como un Maxi ALFA de Estes y otros más. Jesús Manuel llevó entre otros su **NOVA-L2**, con el que pude apreciar las esencias de un **Modelo Espacial HPR**.

A partir de ahí empecé a desempolvar y hacer modelos, tal como un kit **Interceptor de Estes** (que tenía sin montar (y todavía me queda un kit de mi mujer, para nuestros niet@s).

En el **SRM-2011** de Setiembre, que organiza anualmente el **Club SpainRocketry**, llevé ese **Interceptor** a Aerocinca junto con un **Space Shuttle** de Estes ya histórico y otros. Pero en este encuentro sobretodo observé y estudié todo con detalle, fotografiando todo y todos los modelos **HPR** de todos.

En 2012 solicité el alta en el CLUB SPAIN ROCKETRY M.E. AEROMODELISME presidido por José L. Cortijos, TRA L2, al que agradezco su gran acogida, para practicar con seguridad este deporte-ciencia. En este año acudí a Fontanar en Febrero donde solo lancé el Interceptor y desafortunadamente el motor hizo un CATO.

Había construido un modelo de media potencia denominado **NOVA-L0**, a partir de restos de un viejo Maxi Alfa de Estes junto con un Kit que me quedaba del mismo, y a escala del HPR NOVA-L2 de Jesús Manuel, pero no pude lanzarlo por las adversas condiciones climatológicas.

Para **Junio** en Aerocinca desarrollé un diseño para altitud, el **PROTO ALT 33.3F** que funcionó perfectamente.

Al **SRM-2012**, que organiza el **Club SpainRocketry** anualmente, no pude acudir por motivos de fuerza mayor.

En 2013, para el encuentro de Mayo en Velilla de la Sierra, Soria, además de modelos de baja potencia, llevé el **NOVA-L0** con las variantes de 1 fase y de 2 fases como **NOVA-L0 2E**, así como un **Weasel 24** totalmente *custom*, un diseño a escala para motor D12-5 incorporando una cámara mini-DV, adaptación basada en un modelo del compañero Rodrigo Borjabad (*el Yellow Arrow*).

En el **SRM-2013** me decidí a dar el salto y preparé un modelo para intentar la **Certificación Level 1** de TRIPOLI ROCKETRY ASSOCIATION INC.. Para lo cual solicité mi ingreso en dicha Association y con un Kit de PML que adquirí a SierraFox, el **QUASAR**, obtuve dicha **Certificación L1**.

En 2014 practiqué *el doble despliegue*, tanto en **Derde**, Almería como en **Soria**, Velilla de la Sierra, con un modelo también *custom*, **BETA-2P**, además diseñé otro de dos diámetros, **Beta-Cargo**, y modifiqué el **QUASAR**

sustituyendo la bahía original de carga (de 9”) por una mayor (de 18”) también para *doble despliegue* con sus paracaídas *drogue* y *main*, incorporando la electrónica correspondiente, convirtiéndolo en el **QUASAR Big Bay**, que funcionó correctamente.

Para el **SRM-2014**, después de esas pruebas, me decidí a realizar un modelo para intentar la **CERTIFICACIÓN L2** de TRIPOLI ROCKETRY ASSOCIATION INC., así que partiendo de un KIT de *Apogee Components* en fibra de vidrio, el **Level 2**, que reconvertí; recorté el perfil de las aletas, incorporé unas aletas longitudinales, lo doté de electrónica, etc (todo verificado con el *Simulador OpenRocket*), creando un modelo inspirado en el **Standard Missile RIM-66 SM-2MR**, con el cual obtuve la **CERTIFICACIÓN L-2**.

En 2015 construí un **Black Brant X** de 3” de diámetro, con *doble despliegue*, básicamente *custom* exceptuando el tubo porta-motor, anillos de centrado del mismo y Ojiva.

Ese mismo año realicé a *escala superior* un **INTERCEPTOR** de Ø3” con *doble despliegue*, también *custom* exceptuando la Ojiva (basándome en el antiguo Kit de Estes), que fue lanzado en el **SRM 2015** en Alcolea de Cinca, Spain.

En 2016 construí un **ALARM prototype** de 2,56” de diámetro básicamente *custom* para motor H y que probé con un G75J en el **SRM-2016** en Aerocinca.

En 2017 desarrollé un **CanSat Cargo prototype** también básicamente *custom* como desarrollo de un cohete portador de 2 CanSat y que lancé en el encuentro de Abril del Club en **El Lantisco, Almería**, con especial éxito.

Y en Mayo en el encuentro **RMS-2017** celebrado en Velilla de la Sierra, Soria con el **QUASAR Big Bay** alcancé el primer “mil”, 1145 m. En el **SRM-2017** en Alcolea de Cinca repetí otro “mil” con el **Black Brant X**, 1139 m.

En 2018 he realizado otro portador de Cansats para el Club, el **CANSAT SR-UPC**, a petición de la Universidad Politécnica de Cataluña, utilizando un Kit del Ariel de PML modificado como el que ya desarrollamos para el Ayuntamiento de Yebes, y que probamos en un nuevo campo, El Ejido en Aldeacentenera, Cáceres, España.

En estos años y hasta el momento he realizado un total de **63** lanzamientos, de los cuales **33** han sido de **Media y ALTA potencia**, con un peso total lanzado con estos de **49789 gr** y un Impulso Total acumulado de **7585 Ns**.

2.2.- Historial de Lanzamientos (etapa 2011-2018)

MODELISTA: LUIS IGNOTO LEDO, TRA #14.608 L2													
Club Spain Rocketry													
Historial de lanzamientos de Cohetes HPR desde 2011 - (En MEDIA y ALTA POTENCIA exclusivamente)													
CAMPO: Lugar/Evento	Fecha	Cant.	ROCKET	PESO - gr	MOTOR	MARCA	RMS	SU	Ø	I.T. - Ns	N/Kg	Alt.Estim. m	Observaciones
Aerocinca SRM 2011	9a11 Sep 2011	1	SPACE SHUTTLE	172	C6-5	Estes		X	18	10		70	Altitud simulador - R. Paracaídas
		2	INTERCEPTOR Estes	126	C6-5	Estes		X	18	10		170	Altitud simulador - R. Paracaídas
Aerocinca Social 2012	17 Jun 2012	3	PROTO ALT 33.3F	80	C6-5	Estes		X	18	10		220	Custom. Prototipo de Altitud - R. Paracaídas
Velilla de la Sierra SORIA - RMS 2013	11-12 May 2013	4	NOVA-LO	332	D12-3	Estes		X	24	16,8		90	Modelo custom una Etapa, 1er vuelo.
		5	NOVA-LO 2E	380	D12-0 + D12-5	Estes		X	24	33,6		212	Modelo custom con dos etapas, 1er vuelo.
		6	WEASEL 24	193	D12-5	Estes		X	24	16,8		205	Modelo custom, cámara a bordo. 1er vuelo con motor D
Aerocinca SRM 2013	6a8 Sep 2013	7	QUASAR (L1)	1.514	H165 R	Aerotech		X	29	165		392	Vuelo CERTIFICACIÓN L1 - Con AltimeterOne.
DERDE Almería	18a20 Abr 2014	8	BETA-CARGO	684	F40-7W	Aerotech		X	29	80		400	Mod. Custom, estreno. Altitud simulador - R. Paracaídas
		9	BETA-2P	936	G79W	Aerotech		X	29	107		412	Mod. Custom, estreno. Doble D. Altim. SR Alt + AltimeterOne
Velilla de la Sierra SORIA - RMS 2014	17-18 May 2014	10	BETA-2P	945	G77R	Aerotech		X	29	104		420	Doble D. Altim. SR Alt + AltimeterOne (Custom)
		11	QUASAR Big Bay	1.900	H123W	Aerotech		X	38	230		481	Bahía de carga de 18". Doble D. Altim. SR Alt + AltimeterOne
Aerocinca SRM 2014	5a7 Sep 2014	12	BETA-2P	922	G64W	Aerotech		X	29	115		478	Doble Despliegue Altim. SR Alt (Custom)
		13	RIM-66 SM-2MR (L2)	4.692	J275W	Aerotech		X	54	774		815	CERTIFICACIÓN L2 . Doble Despliegue Altim. SR Alt.
		14	SATURN V	407	E18W-4	Aerotech		X	24	40		193	Maqueta Estes 1974
		15	NOVA-LO	347	E18W-4	Aerotech		X	24	40		250	Altitud simulador a bordo
Velilla de la Sierra SORIA - RMS 2015	16-17 May 2015	16	NOVA-LO	346	E18W-4	Aerotech		X	24	40		250	Altitud simulador a bordo
		17	BLACK BRANT X (3")	2.000	H128W	Aerotech		X	29	175		202	Mod. Custom, estreno. Doble desp. Altim. SR Alt.
Aerocinca SRM 2015	4a6 Sep 2015	18	INTERCEPTOR KL	2.600	I-161w	Aerotech		X	38	334		510	Custom, mayor escala del Estes. Doble despl. Altímetro SRAIt
		19	BLACK BRANT X (3")	2.285	I-211W	Aerotech		X	38	440		830	Restaurado, Auto-construido. Doble despliegue altímetro SRAIt
		20	BETA-2P	1.001	H-128W	Aerotech		X	29	175		735	Doble despliegue altímetro SRAIt. CATO de motor
Aerocinca SRM 2016	2a4 sep 2016	21	ALARM	1.210	G-75J	Aerotech		X	29	155		430	Prototipo. Droge sale portezuela a popa. D. Despliegue. AltíDuo
		22	RIM-66 SM-2MR	4.794	J-275W	Aerotech		X	54	819		770	Doble Despliegue. Altímetro SRAIt
		23	INTERCEPTOR KL	2.855	I-284W	Aerotech		X	38	590		812	Mod. Custom repro mod Estes. Doble despliegue. altímetro SRAIt
El Lantisco Almería	14a16 abr 2017	24	BETA-CARGO	665	F30-FJ6	Aerotech		X	24	45		170	Altitud simulador - R. Paracaídas
		25	CanSat Cargo Prototype	2.872	I211W	Aerotech		X	38	440		678	Doble despliegue SRAIt 2 CanSata de 370 gr
		26	BETA-2P	982	G53FJ-7	Aerotech		X	29	91		292	Doble D. Altim. SR Alt (Custom)
Velilla de la Sierra SORIA - RMS 2017	13-14 May 2017	27	NOVA-LO	388	F12-5J	Aerotech		X	24	43		245	R. paracaídas por eyección motor
		28	QUASAR Big Bay	2.067	I211W	Aerotech		X	38	440		1145	Dual deploy. Altim. SR Alt. Con cámara
SRM-2017 Aerocinca	8-9-10 Set 2017	29	NOVA-LO	386	F12-5J	Aerotech		X	24	43	42,5	77	R. paracaídas por eyección motor
		30	ALARM	1.233	G-75J	Aerotech		X	29	155	70	322	Custom. Droge sale por popa. D. Despliegue. Altímetro SRAIt
El Ejido -2018 Aldeacentenera - CC	29-30 Abril 2018	31	BLACK BRANT X (3")	2.515	648J285-15	Cesaroni		X	38	648	121	1139	Auto construido. Doble despliegue. Altímetro SRAIt
		32	CANSAT SR UPC	3.270	I-161W	Aerotech		X	38	350	49	281	Estreno. Test de vuelo. Con 740 gr de Simil 2 Cansat
		33	RIM-66	4.690	J-275W	Aerotech		X	54	850	59	786	Doble D. Altim; SRAIt. Test de apertura de 3 paracaídas
LANZAMIENTOS EN TOTAL:		33	PESO TOTAL: 49.789 gr		IMPULSO TOTAL: 7.585 Ns								

2.3.- Modelos HPR más representativos realizados:



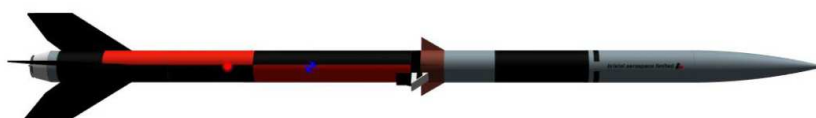
2013, Set **QUASAR - Ø2.5", Certificación L-1, L=56.38" (1432 mm), W=55.27 oz (1567 gr).**



2014, May **QUASAR Big Bay: Ø2.5"**, L=65.51" (1664 mm), W=72.42 oz (2053 gr), Bahía de carga de 18", experimentando doble despliegue



2014, Set **RIM-66 SM-2MR: Ø4"** - **Certificación L-2**, L=68.07" (1729 mm), W=165.5 oz (4692 gr), doble despliegue.



2015, May **BLACK BRANT X - Ø3"**, L=78.94" (2005 mm), W=82.43 oz (2337 gr), doble despliegue (*custom* excepto la Ojiva).



2015, Set **INTERCEPTOR KL - Ø3"**, L=73.11" (1857 mm), W=102.36 oz (2902 gr), doble despliegue. (Modelo a mayor escala del Kit de Estes de 1980 - *custom* excepto la Ojiva)



2016, Set **ALARM prototype - Ø2.56"**, L=44.6" (1133 mm), W=40.18 oz (1139 gr), Droque sale por portezuela de popa. D. Despliegue. AltiDuo (*custom* excepto la Ojiva).



2017, Abr **CanSat Cargo prototype - Ø3"**, L=60.24" (1530 mm), W=109.95 oz (3117 gr). Doble despliegue. Carga útil para 2 CanSat (*custom* excepto la Ojiva).



2018, Abr **CANSAT SR UPC - Ø3"**, L=67.09" (1704 mm), W=115.34 oz (3270 gr) Doble despliegue. Carga útil para 2 CanSat (Kit Ariel Modificado).

3.- Construcción del Standard Missile RIM-67A

3.1.- Elección de material



Dado que el modelo que realicé para la Certificación Level 2 fué un misil RIM-66 de simple etapa, partiendo del Kit *Level 2* de Apogee Components rediseñado, y que voló perfectamente, me ha decidido e repetir un modelo similar para esta **Certificación L-3**.

Componentes: FUSELAJE.

Con la idea de partir de componentes comerciales y buscando un coste económico a mi alcance, encontré en un proveedor europeo los componentes que se muestran en la foto adjunta que son del fabricante **LOC Precision**.

Así que partiendo de estos componentes desarrollé con el programa OpenRocket una versión a escala del modelo indicado y que se ajustase a dichos componentes

Dado que el material no sería suficientemente resistente se realizará un reforzado de los tubos del fuselaje y del portamotor con Fibra de Vidrio y epoxi. Considerando que 2 capas de 166 g/m² mas otra fina de 25 g/m² como acabado final para la Sección 4 (Main) y 3 capas de 166 g/m² para las demás secciones inferiores serán suficientes.

El fuselaje se ha alargado un poco con relación a la escala para asegurar una mayor estabilidad.

3.2.- Aletas principales:

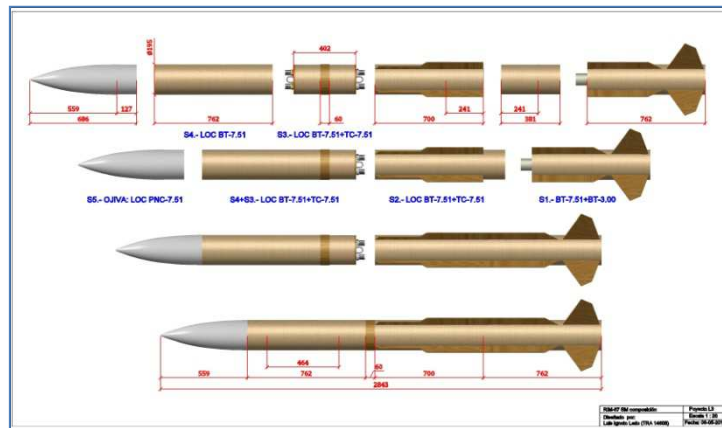


Se realizarán en Contrachapado de Abedul finlandés de 5,5 mm de espesor, de 10 capas, con bordes aerodinámicos y laminadas con una capa de FV de 166 gr/m² y resina epoxi.

Las **longitudinales** también en el mismo material impermeabilizadas con resina epoxi.

Además se situarán unas costillas separadoras siguiendo la vertical de las raíces de las aletas para refuerzo de la zona de empuje.

3.3.- Componentes y estructura.



Portamotor

El tubo Portamotor de $\varnothing 3''$ se reforzará igualmente con dos capas de **Tejido de Fibra de Vidrio de 166gr/m² de la casa Feroxa** y que se centrará en el tubo fuselaje de $\varnothing 195$ mm con Anillos centradores de Contrachapado de Abedul de 10 mm de espesor encolados con epoxi de 30'.



Este tiene que soportar el empuje máximo del motor, que alcanza los 2048 N (209 Kg). Este empuje se transferirá al fuselaje y resto del modelo a través de anillos centradores, las raíces de las aletas y otros refuerzos internos.

Fuselaje

Se laminarán los 3 cuerpos que conformarán el Fuselaje con 3 capas del ya mencionado Tejido de Vidrio de 166gr/m² y Resina Epoxi EPOFER EX 401/E416 de la casa Feroxa especial para laminados. Así mismo se laminarán interiormente los Acopladores con 2 capas del mismo material.

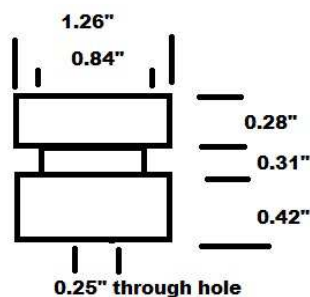


3.4.- Botones Guía de rail

Se utilizarán Botones específicos de $\varnothing 0.84''$ (21.3 mm) para *rail Unistrut Style* comercializados por: <http://aeroconsystems.com/cart/launch-and-recovery-accessories/rail-button-unistrut-style-each/>

Para la fijación del **Botón guía inferior** se utilizará una tuerca embutida de púas previo aplastado de estas y que se fijará sobre una escuadra acoplándola mecánicamente y pegada con epoxi. Sobre esta se fijará otra tuerca-arandela como contratuerca. El cuello de esta atravesará el fuselaje de la Sección 1 por un orificio para acoplar con el Botón (que se retaladrará 3 ó 4 mm al diámetro necesario para que entre el cuello de la tuerca) fijándolo con un tornillo M6. En el otro lado de la escuadra se fijarán dos tornillos M6 para atornillar el conjunto a su vez al Anillo inferior de empuje de la Sección 1. Mas adelante se mostrará el montaje correspondiente.

Para el **Botón guía superior** se utilizará igualmente otra tuerca embutida más contratuerca que se adaptará directamente a través de la pared de la Sección 2, en la zona final interna del Acoplador con la Sección 1, lo que dará doble pared que aumentará la resistencia de la misma, posteriormente se reforzará con masilla epóxica.



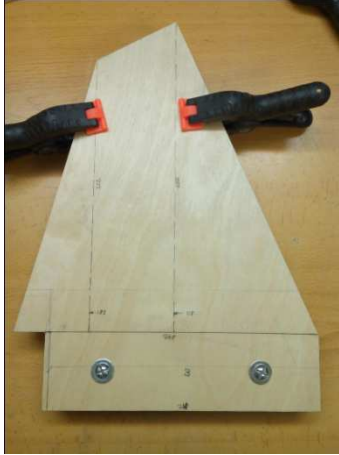
Los anillos centradores del Portamotor se unirán entre sí con dos varillas de $\varnothing 6$ mm enfundadas en tubos de aluminio con arandelas y tuercas, y Cáncamos en un extremo para conformar un conjunto rígido que soporte y transmita el empuje del motor al fuselaje con seguridad, que más adelante se detalla.



3.5.- Aletas, Anillos de Centrado y Tapas de Bahía Electrónica

Tanto las aletas principales como las longitudinales se realizan en contrachapado de abedul finlandés de 5 mm nominales.

Todas ellas se laminan por ambas caras con tejido de Fibra de vidrio de 166gr/m² y se prensan mientras endurece el epoxi aislándolas con papel vegetal como desmoldeador.



Los Anillos centradores se laminan igualmente por ambas caras con el mismo material y se prensan también.

Las tapas de la bahía electrónica se laminan por las caras externas e igualmente se prensan mientras endurece el epoxi.



4.- Sección 1 Motriz

4.1.- Secuencia virtual de montaje de la Sección 1 Motriz

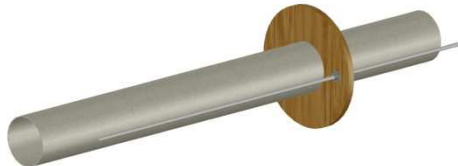
(Para las pegaduras de todos los componentes se utiliza *Z-POXY 30 minute formula*)



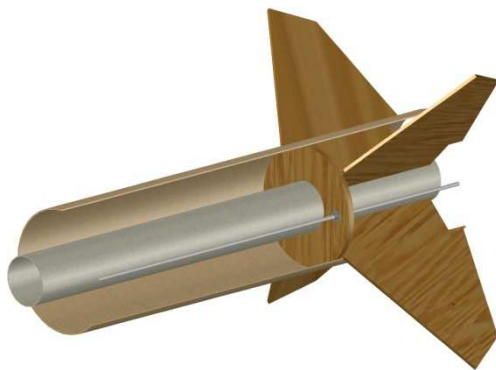
1.- Primeramente se reforzará el tubo portamotor de 3" con 2 capas de FV de 166 gr/m² como se mencionó anteriormente. Luego se mecanizarán todos los Anillos con los taladros necesarios para las Varillas de unión entre Anillos y Arandela de Empuje.

A continuación se pegará el Anillo Central al portamotor en su lugar con epoxi de 30 minutos.

Se deberá proteger el interior del tubo de la parte posterior con cinta de carroceros para evitar manchar con el adhesivo.

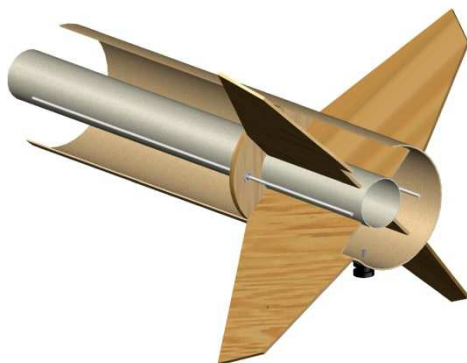


2.- Una vez endurecida la unión se procederá a situar las varillas de empuje y armado de 6 mm de Ø al Anillo Central en la situación correspondiente, fijándolas con arandelas planas anchas y tuercas, aplicando algo de epoxi a las mismas para asegurarlas.

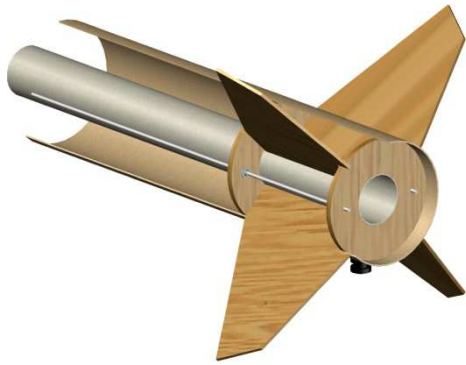


4.- Procederemos a encolar las Aletas principales a través de las ranuras (slots) realizadas previamente en el Tubo trasero del fuselaje.

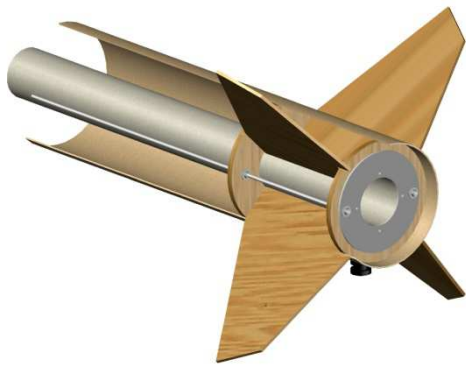
Desde la parte trasera se reforzará los cordones de unión de epoxi ayudándonos de un Stick o pincel para extenderlo.



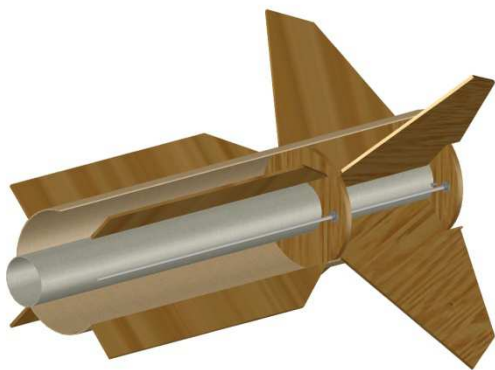
5.- Se procederá a fijar el Botón de raíl trasero en un refuerzo interior del tubo o bien se aplicara una escuadra al Anillo trasero por su interior que sirva para atornillar y fijar dicho Botón posteriormente.



6.- Se procederá a encolar el Anillo trasero de centrado situando previamente las tuercas y arandelas interiores. A Posteriori se reforzará, la unión del Anillo a la parte interior del fuselaje, con un cordón de epoxi y una franja de FV. Previamente a este Anillo se le habrá embutido cuatro tuercas para la sujeción del Retenedor de motor.



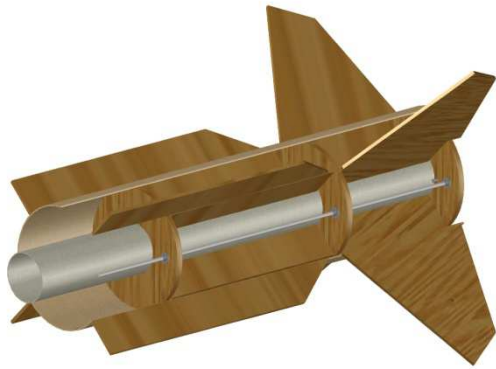
7.- Se encolará el Anillo de Empuje, de 2,5 mm de espesor de Dural y Ø 160 mm, al Anillo trasero de centrado y se fijará con arandelas anchas y tuercas a las varillas de empuje.



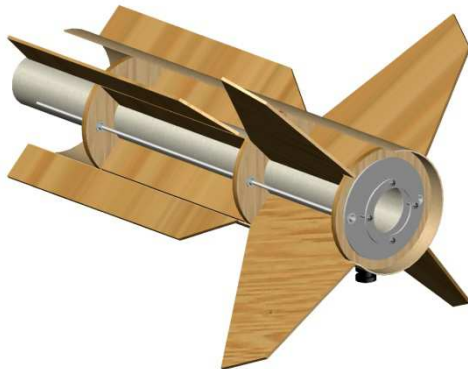
8.- Se procederá a encolar la parte posterior de las aletas longitudinales situando previamente unos tetones tipo remache desde el interior del tubo a un taladro hecho en las aletas que propicien el alineamiento de las mismas con las principales mientras se pegan.



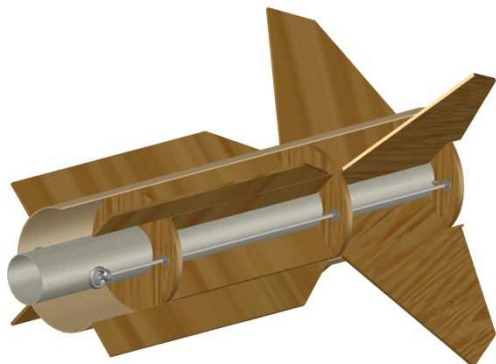
9.- Se protegerá previamente con papel la superficie interior de la parte superior del tubo trasero del fuselaje, por donde deberá deslizarse a posteriori el Acoplador de unión al cuerpo central. Luego se procederá a encolar las costillas en prolongación con las raíces de las aletas.



10.- A continuación se procede a encolar el anillo de centrado delantero incluyendo las arandelas y tuercas de fijación y transmisión de esfuerzos.



11.- Se podrá situar el Anillo de retención de motor posterior de Al de 2,5 mm de espesor con sus cuatro tornillo que se podrán roscar sobre las tuercas embutidas previamente en el Anillo trasero de centrado.



12.- Y por último se roscarán los Cáncamos en la punta de las varillas, asegurándolos con tuercas por arriba y por debajo y epoxi, para amarre de los cordones de unión con el resto de las partes del fuselaje durante el descenso en su recuperación.

4.2.- Sección 1 Motriz (Construcción física)

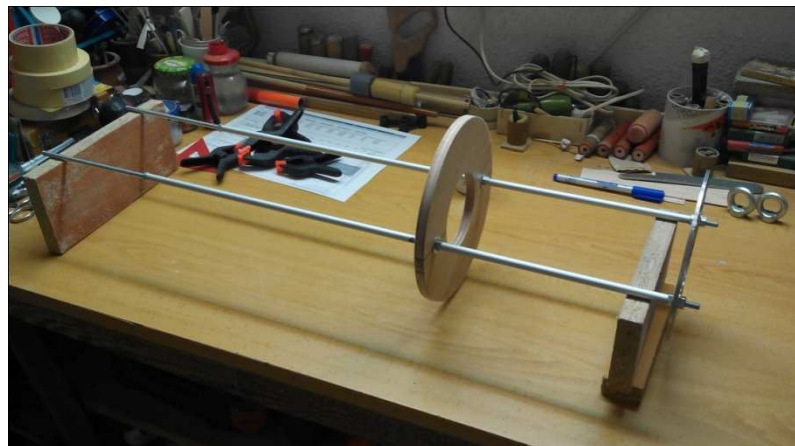
Se presenta el conjunto portamotor con los Anillos, varillas, tubos de aluminio distanciadores, terminando en respectivos Cáncamos como puntos de anclaje para los cordones de suspensión, situando y conformando todo el conjunto con arreglo a las medidas correspondientes.

Se fijarán todos los Anillos de centrado con tuercas y arandelas.

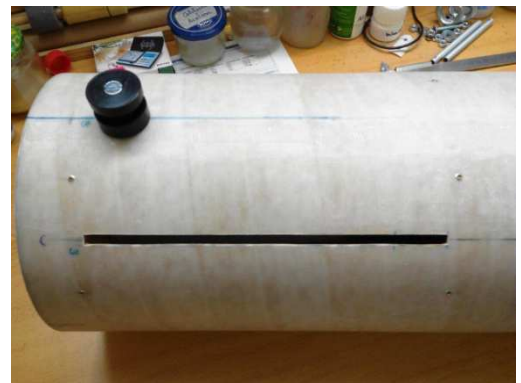
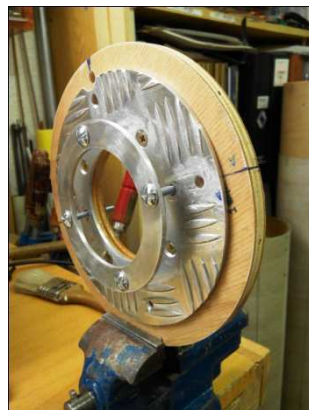


Proceso de encolado del Anillo de centrado central:

A continuación se pega el Anillo Central al Portamotor con las varillas y tuercas correspondientes situando el anillo trasero y distanciadores para fijar la posición mientras endurece el epoxi.



Al anillo trasero se le incorporan unas tuercas de embutir de púas M5 que servirán para sujetar posteriormente el **anillo Retenedor** de motor.



A continuación se encola el conjunto Portamotor con el Anillo Central dentro del fuselaje. Se situará el Anillo trasero de centrado solo para centrar el portamotor pero sin pegar. Posteriormente se quitará con objeto de poder reforzar las encoladuras interiores desde atrás.

4.3.- Encolado de las Aletas principales

Anteriormente se habrán realizado los slots en la Sección 1 motriz y procederemos a encolar dos aletas opuestas principales dando un cordón de epoxi 30 tanto al borde interior como a las dos líneas laterales que coinciden con los bordes del slot.



Se introducen por sus slots y se presiona contra el tubo porta-motor. Previamente se han preparado unos soportes de la altura correspondiente al plano de montaje de las aletas (previo cálculo) y que servirán de apoyo y permitirán situarlas en un mismo plano y centradas con el eje del fuselaje sujetado por unos pesos.



Se protegerá previamente con cinta de pintor la superficie interior del final del fuselaje, por donde luego se tendrá que deslizar el anillo trasero de centrado para pegarlo, reforzando incluso con un cordón de masilla epoxi la unión del anillo al borde interior inferior del fuselaje

Las otras dos aletas perpendiculares a estas se pegan buscando esa perpendicularidad a base de un sistema de medición y tensión desde las aletas anteriormente pegadas. Tal como se puede apreciar en la foto. Primero una y después la opuesta.

Tanto en la aleta vertical del paso anterior como en la opuesta de este siguiente paso pegamos las mismas zonas y aseguramos su verticalidad auxiliándonos de una cinta y midiendo a ambos lados nos aseguramos de la igualdad de ambas medidas.

4.4.- Encolado de Aletas longitudinales (parte inferior)

A continuación se procederá a encolar las primeras partes las aletas longitudinales, para lo cual se utilizan dos listones que aseguren la alineación con las Aletas principales.

Se traza la situación de la aletas longitudinales que previamente se han recortado y redondeado sus bordes externos e impermeabilizado con solución de celuloide con acetona.



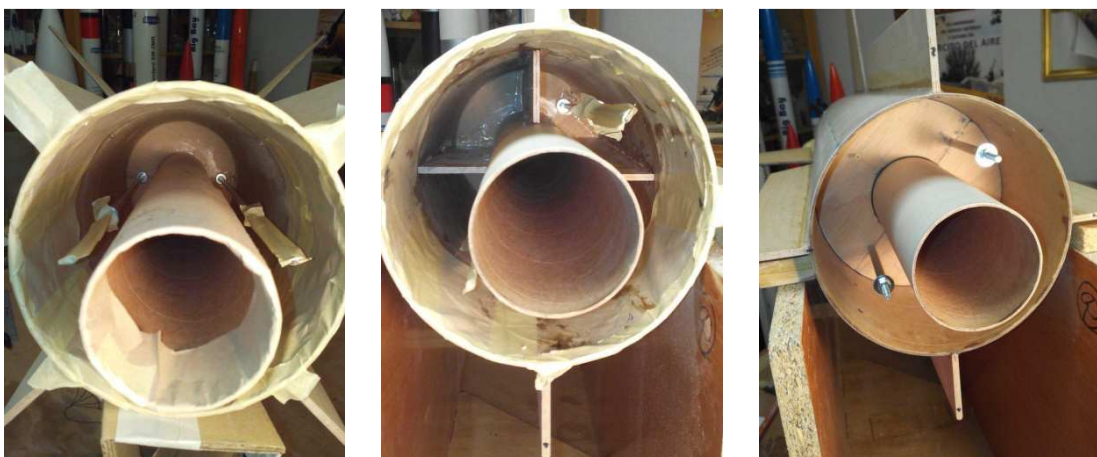
Estas aletas longitudinales llevan como refuerzo unos *tornillos rosca aglomerado de Ø2,5x25 mm* actuando como pasadores que desde el interior del fuselaje se insertan en sendos taladros de la base de las aletas como armado de la unión (todas las zonas a pegar con epoxi se liján previamente).

Con los dos listones sujetos a las aletas principales aseguramos la alineación de las aletas longitudinales. Posteriormente se realiza una operación similar con las secciones superiores de dichas aletas longitudinales como se puede observar en la siguiente foto, procediéndose así con cada una de ellas.

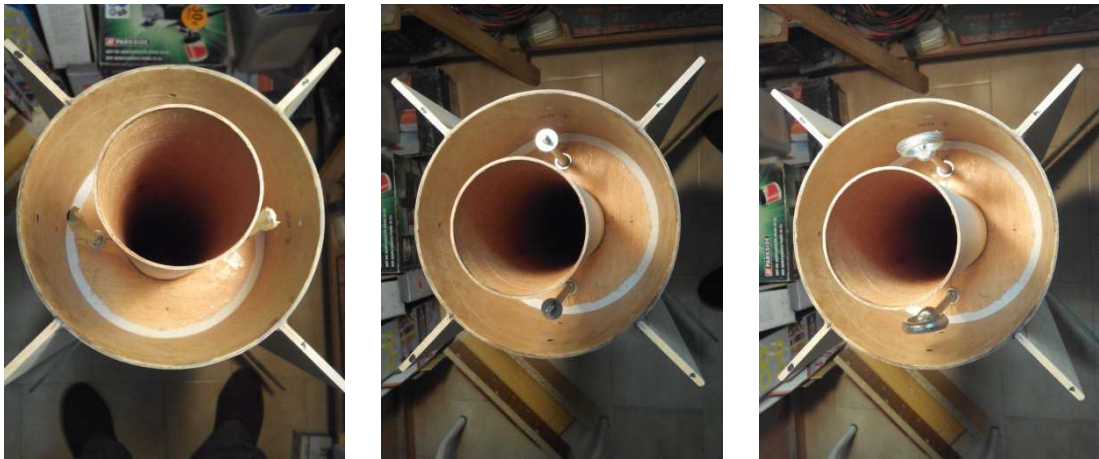
Todas la encoladuras de las uniones externas de las aletas con el fuselaje, después del pegado inicial, se reforzarán con un cordón de epoxi con un radio de acuerdo de aproximadamente 1 cm.

4.5.- Tabiques interiores y tercer anillo centrador

A continuación pegamos tabiques interiormente, por la parte superior siguiendo la vertical de la parte interior de las aletas, para refuerzo de unión del fuselaje con el portamotor. Posteriormente pegamos el anillo de centrado número 3. En las varilla situamos arandelas y tuercas, deslizamos los tubos distanciadores de aluminio así como tuercas y arandelas para tope de los cáncamos finales.



Una vez endurecida la pegadura reforzamos con un cordón de masilla epóxica toda la circunferencia superior de unión con el fuselaje.



4.6.- Refuerzo de las Raíces de las Aletas principales

A continuación se procederá a reforzar las uniones internas con el Portamotor y el fuselaje de la Sección 1 Motriz. Para ello se utilizará FV de 166gr/m² cubriendo todos los diedros de unión interiores reforzándolos además con un cordón de epoxi de 1,5 mm de radio aproximadamente. También se encolará la **escuadra soporte del Botón Guía de rail trasero** asegurándose de su posición exacta y que posteriormente se encolará y atornillará al Anillo trasero de cierre.

4.7.- Anillo Trasero y Anillo de Empuje



Finalmente se encolará el Anillo trasero, el cual incorporará el Anillo de Empuje.

4.8.- Retenedor y Falsa Tobera

El Anillo trasero se reforzará con un cordón de masilla epóxica en su unión inferior con el fuselaje. Se incorporará una falsa tobera (para amortiguar el golpe del aterrizaje) y el Retenedor de motor.



Se ha realizado *un falso motor para presentar* la sujeción del mismo con el anillo retenedor que se hará con 4 tornillos M5x40 en las tuercas que previamente se embutieron en el Anillo trasero.

4.9.- Encuentro de Aletas con fuselaje - Radio de acuerdo



Todas las uniones externas tanto de las aletas principales como longitudinales se perfilaran con un cordón de epoxi (de 30') con un radio de acuerdo de 1,5 a 2 cm como refuerzo y perfilamiento aerodinámico.

Además cada uno de los anillos de centrado (1, 2 y 3 de la Sección 1) se reforzará con 8 tornillos de rosca aglomerado de 2,5x25 mm en su periferia. Para ello se realiza un taladro desde el exterior se avellana y se rellena de epoxi atornillando a continuación los tornillos.



5.- Sección 2

5.1.- Acoplamiento con Sección 1

Esta sección de 700 mm se acoplará con la Sección 1 Motriz mediante un acoplador de 481 mm que previamente se laminará interiormente con dos capas de tejido de FV de 166gr/m² y luego se encolará en el interior del tubo con epoxi dejando exteriormente 140 mm para el acoplamiento.



En esta sección también fijaremos el Botón guía superior utilizando una tuerca de embutir M6 de púas, previamente aplastadas, que se encolará desde el interior a 2 cm antes del final del acoplador aprovechando que la pared es doble con un espesor de más de 5 mm.

La zona de acoplamiento se fijará con 8 tornillos M5x10 y tuercas con arandela encoladas interiormente en el acoplador reforzadas con masilla epóxica como en la Bahía electrónica.

5.2.- Aletas longitudinales (parte delantera)

Se procede a encolar la parte delantera de las aletas longitudinales siguiendo un trazado previo y alineándolas con las partes inferiores correspondientes con unas reglas.



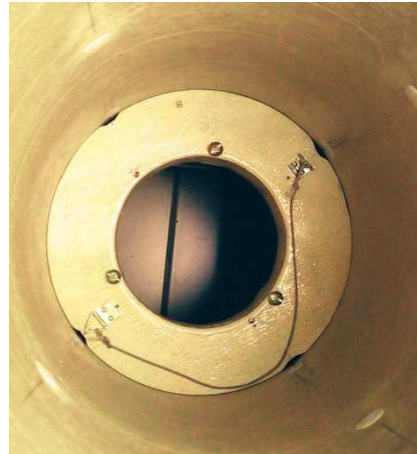
5.3.- Lastre de plomo

Además se encolará en su interior un anillo con un alojamiento que servirá para introducir un lastre de plomo de 1 kg aproximadamente.

Este anillo se introducirá desde la parte superior y se encolará a tope contra en borde superior del acoplador que une la Sección 2 con la Sección 1 Motriz, así soportará más eficazmente la inercia en el momento de la arrancada del motor.



Por encima se sitúa un anillo de 10 mm de espesor que se fijará con 3 tornillos M4x60 con el anillo inferior al que se le han incorporado unas tuercas de embutir de púas M4.



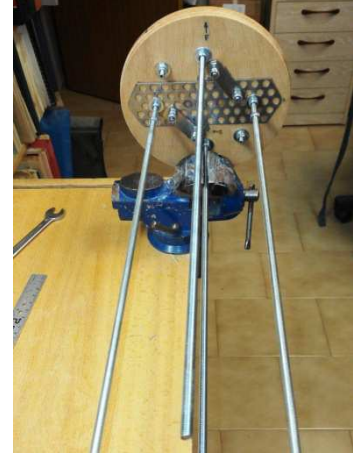
Además desde la periferia exterior se introducirán 8 tornillos rosca aglomerado de 3,5x30 como refuerzo pero sin encolar para poder retirar el lastre en posibles futuros lanzamientos con motores "L".



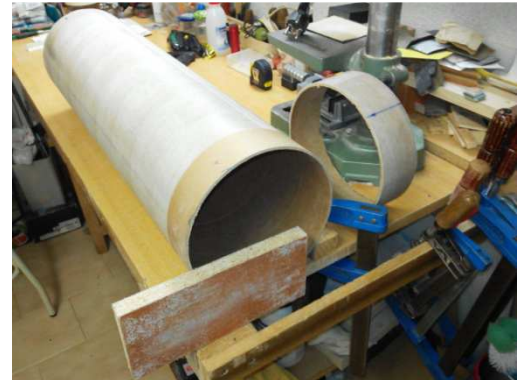
6.- Sección 3 y Bahía Electrónica

6.1.- Bahía Electrónica

La bahía electrónica se realizará con un Acoplador reforzado con 2 capas FV de 166gr/m² por la superficie interior del tubo. En este modelo se debe incorporar doble sistema electrónico redundante tanto para la eyección del DROGUE como del MAIN.



Se cortará una porción de fuselaje de la Sección 3 de 60 mm que denominaremos Sección 2 para pegarlo al centro del cuerpo de la Bahía que hará de elemento de empuje entre las secciones 1 y 3.



Para proceder a montar la Bahía electrónica, se empezará por pegar dos juegos de Tapas, una del diámetro exterior y otro del interior, que van a ser las tapas superior (up) e inferior (down) de dicha bahía.

Se utilizarán las tapas de contrachapado de 10 mm de grueso que se laminaron por una cara y se unirán por las caras no laminadas y centradas de forma que la más pequeña entre dentro del cilindro de la Bahía y la segunda haga tope con el canto del mismo.

Las tapas se reforzaran tanto la cara exterior como la interior con sendas planchas de chapa de acero de 1 mm, pegadas con epoxi, en las zonas donde se sitúen las varillas y los "Pernos en U".

Se mecanizará las tapas haciendo los taladros para los "Pernos en U" de enganche, las varillas de conexión de ambas, las cazoletas de cargas de eyección, pasa-cables, clemas y para los cables de conexión de los ignitores de dichas cargas.

Se utilizarán filtros de malla de acero inoxidable como pantalla "apagachispas" de las cargas de eyección.



Se armarán con 4 varillas de $\varnothing 6$ mm con tuerca normal y contratuerca autoblocante en el lado fijo y tuerca y palomillas en el desmontable.

Se utilizarán dos "Pernos en U" de acero inoxidable de $\varnothing 8$ mm y rosca M6 con tuerca y contratuerca autoblocante.



Una vez mecanizado todo el conjunto se procederá a situar los taladros de sujeción de la bahía al fuselaje superior, Sección 3, del cuerpo del cohete.

Una vez realizados se proceda a avellanar el orificio externo en el fuselaje para que quede la cabeza a ras de la superficie del fuselaje.

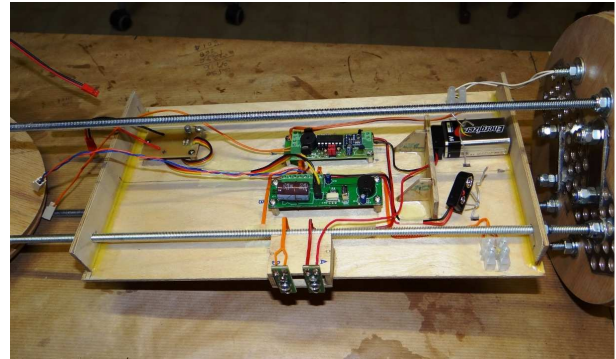
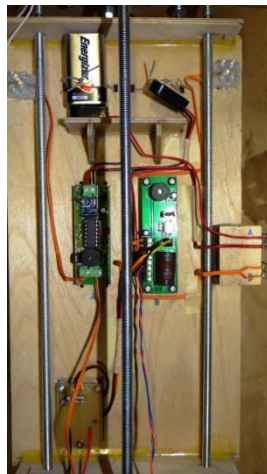
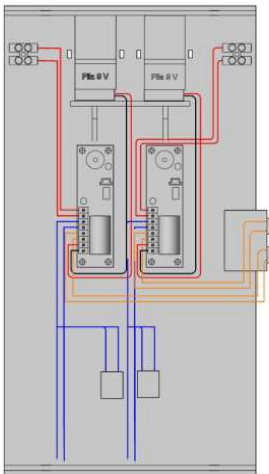
Los tornillos seleccionados en este caso serán de M5x10 de cabeza cónica.

Interiormente se situarán tuercas de arandela incorporada que se asegurarán con masilla epóxica para dar la mayor resistencia posible.

Se situarán 4 juegos escalonados de 3 tornillos cada en cuatro grupos alrededor de la parte superior de la Bahía. En total 12 tornillos.

6.2.- Soporte y electrónica interior

En este caso se incorporarán 2 Altímetros, ya experimentados anteriormente, con alimentación y encendido mediante dos interruptores de tornillo, que actuarán sobre cargas independientes que redundarán en la misma zona de eyección tanto del paracaídas DROGUE y como del MAIN.

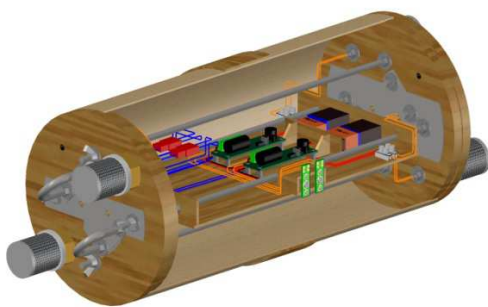


Se procede a ensamblar el soporte de contrachapado, para la electrónica, las pilas y los interruptores de tornillo. El conjunto se soportará por dos de las varillas roscadas de $\varnothing 6$ mm que unen la tapa inferior con la superior junto con el tubo acoplador que conforman la bahía electrónica (esta servirá para unir el fuselaje superior con el inferior). Se prevén dos conectores aéreos en los cables de conexión de los ignitores traseros (para eyección del Drogue) que posibiliten el desmontaje de la Bahía.

La situación longitudinal se ajusta posteriormente de manera que los interruptores sean accesibles desde fuera por los orificios de equilibrado de presión, mediante dos tuercas que hagan tope delante y detrás del soporte. Centrado en el exterior del cuerpo de la Bahía electrónica se pega la pequeña Sección 3 de tubo externo de fuselaje con epoxi, que va servir de tope del fuselaje inferior y a su vez empuje del superior.

En relación con el tamaño de la bahía se realizarán dos orificios de $\varnothing 11$ mm, que son los necesarios según cálculo adjunto, para equilibrar la presión barométrica interior con la exterior para que los sensores la detecten.

Por estos orificios se van a actuar además sobre los dos interruptores de tornillo para encendido y apagado de los dos Altímetros. Por indicación de **Paolo Basso** se realizarán dos orificios más de $\varnothing 10$ mm en la periferia a 120° a cada lado de los interruptores para asegurar el equilibrio con la presión exterior.



Estos dispositivos electrónico darán la orden de eyección del **DROGUE** en Apogeo para un rápido descenso y cuyo tamaño será calculado más adelante para que la velocidad de descenso esté comprendida entre **15 y 20 m/s**.

Posteriormente darán la orden de eyección del paracaídas **MAIN** a la altura que se programe (aconsejable 250 m el Altímetro SRAlt y a 200 m el segundo) para asegurar la apertura de los **MAINS**, y que se calcularán igualmente, para una velocidad de descenso comprendida entre 4,5 y 5,5 m/s.

6.3.- INSTALACIÓN y CÁLCULO para los Altímetros

Consideraciones para la **Instalación** de los altímetros SRAIt y AltiDuo, y **Cálculo** de los Orificios de equilibrado de presión interna de la Bahía con el exterior (Sistema y fórmulas de Manuel Morales).

INSTALACIÓN y Cálculo de "vent holes" de la Bahía electrónica			
Para instalar los altímetros hay que tomar en consideración los siguientes puntos:			
1.- Se deben de instalar los altímetros SRAIt en una zona del cohete aislada del resto de equipos. A esta zona la llamaremos bahía electrónica (e-Bahia).			
2.- La e-Bahia deber ser una zona hermética salvo el/los Orificio/s efectuados para equilibrar la presión interior con la presión exterior (vent holes).			
3.- La e-Bahia deber de estar situada entre la base de la Ojiva y el arranque de las aletas estabilizadoras. Como norma general se puede estimar como aceptable la mitad de la distancia que separa ambas zonas, o al menos situarla a una distancia igual a 4 veces el diámetro del cohete desde la base de la ojiva. La zona donde esté situada la bahía-altímetro debe estar libre de obstáculos, p.ej. guías de rampa, cambios de diámetro del cuerpo del cohete, etc). En este caso irá situada en la Sección 3 que está en el centro del cohete.			
Para el equilibrado entre la presión externa y la interna de la e-Bahía, se realizará uno o mas Orificios (vent hole) en la pared, cuyo diámetro aproximado viene dado por la ecuación.			
En caso de realizar varios Orificios serán equidistantes entre sí y en un plano perpendicular al eje longitudinal del cohete.			
$d_{ba} = 18,8$ cm	$l_{ba} = 36,2$ cm	$n_{vh} = 2$ Orificios (holes)	$d_{vh} = \sqrt{\frac{d_{ba}^2 \times l_{ba} \times 0.484}{2500 \times n_{vh}}} = 11$ mm
Relación entre el diámetro de cada <i>vent hole</i> y el tamaño de la bahía del altímetro			
donde:			
d_{vh} = diámetro de cada <i>vent hole</i> en mm			
l_{ba} = diámetro interior de la bahía de carga en cm			
l_{ba} = longitud interior de la bahía de carga en cm			
n_{vh} = número de <i>vent holes</i> utilizados			
Se realizarán 2 agujeros de 11 mm de diámetro en la zona central coincidiendo con la posición de los dos interruptores y así poder actuar estos desde fuera.			
Altímetros SRAIt: Para alimentar estos altímetros se puede usar una pila alcalina de 9V para cada uno, o una batería LiPo de tres elementos de unos 620 mAh de capacidad para cada uno.			
El conexionado de los diferentes elementos que integran los altímetros usados se muestra en la figura			
<p style="text-align: center;">Conexión</p>			

6.4 Orificios equilibrado Presión de Bahías de Carga de Droque y Main

Cálculo de "vent holes" para equilibrado de Presión en Bahías de Carga	
En Sección 4 para el MAIN	
Para el equilibrado entre la presión externa y la interna de una bahía de carga (para Main y/o Droque), realizar un Orificio (vent hole) en la pared de la bahía, cuyo diámetro aproximado viene dado por la ecuación.	
Es igualmente posible realizar varios Orificios equidistantes entre sí y en un plano perpendicular al eje longitudinal del cohete.	
$d_{ba} = 19,1$ cm $l_{ba} = 46,3$ cm $n_{vh} = 3$ Orificios (holes)	$d_{vh} = \sqrt{\frac{d_{ba}^2 \times l_{ba} \times 0.484}{2500 \times n_{vh}}} = 10 \text{ mm}$
Relación entre el diámetro de cada <i>vent hole</i> y el tamaño de la bahía de carga donde:	
d_{vh} = diámetro de cada vent hole en mm	
l_{ba} = diámetro interior de la bahía de carga en cm	
l_{ba} = longitud interior de la bahía de carga en cm	
n_{vh} = número de vent holes utilizados	
Se realizarán 3 Orificios de 10 mm de diámetro en la parte superior de la Sección 4, 2 cm por debajo del acoplamiento de la Ojiva, en posiciones opuestas.	
Cálculo de "vent holes" para equilibrado de Presión en Bahías de Carga	
En Sección 2 para el DROQUE	
Para el equilibrado entre la presión externa y la interna de una bahía de carga (para Main y/o Droque), realizar un Orificio (vent hole) en la pared de la bahía, cuyo diámetro aproximado viene dado por la ecuación.	
Es igualmente posible realizar varios Orificios equidistantes entre sí y en un plano perpendicular al eje longitudinal del cohete.	
$d_{ba} = 19,1$ cm $l_{ba} = 62,3$ cm $n_{vh} = 4$ Orificios (holes)	$d_{vh} = \sqrt{\frac{d_{ba}^2 \times l_{ba} \times 0.484}{2500 \times n_{vh}}} = 10 \text{ mm}$
Relación entre el diámetro de cada <i>vent hole</i> y el tamaño de la bahía de carga donde:	
d_{vh} = diámetro de cada <i>vent hole</i> en mm	
l_{ba} = diámetro interior de la bahía de carga en cm	
l_{ba} = longitud interior de la bahía de carga en cm	
n_{vh} = número de vent holes utilizados	
Se realizarán 4 Orificios de 10 mm de diámetro en la parte superior de la Sección 2, 2 cm por debajo del acoplamiento de la e-Bahía, en posiciones opuestas	

6.5.- Cargas de Eyección

Se necesitaran 2 cargas de eyección:

1. Una para separar la parte inferior del cohete (conjunto Secciones 1 y 2) de la parte superior del mismo (Bahía-e, Sección 3-4 y Ojiva) para eyección del Drogue.
2. Otra para expulsar la Ojiva y eyectar los paracaídas Main a una altura inferior programada para el descenso final.

Para el cálculo de las Cargas se tendrá en cuenta el diámetro y la Fuerza deseada en cada caso según la tabla adjunta (Fórmulas de José Luis Sanchez),

Presión aconsejada según diámetro del fuselaje y Fuerza deseada				
Lbs	100	150	200	250
Kg	45	68	91	114
Ø Cámara				
2.6"	19 psi	28 psi	38 psi	47 psi
4.0"	8 psi	12 psi	16 psi	20 psi
6.0"	3.5 psi	5.3 psi	7.0 psi	8.8 psi
7.5"	2.3 psi	3.4 psi	4.5 psi	5.7 psi

En el caso del DROGUE para el diámetro de 7,5" consideramos 7 PSI (0,5 Bares) para asegurar su apertura.

En el caso del MAIN con un Vano más grande y teniendo que cizallar los 3 tornillos de nylon de Ø3 mm (shear pins) se considera conveniente una sobrepresión entre 9.6 PSI (0.66 Bares) y 12 PSI (0.83 bares) basado en experiencias en modelos de Ø 3" y 4".

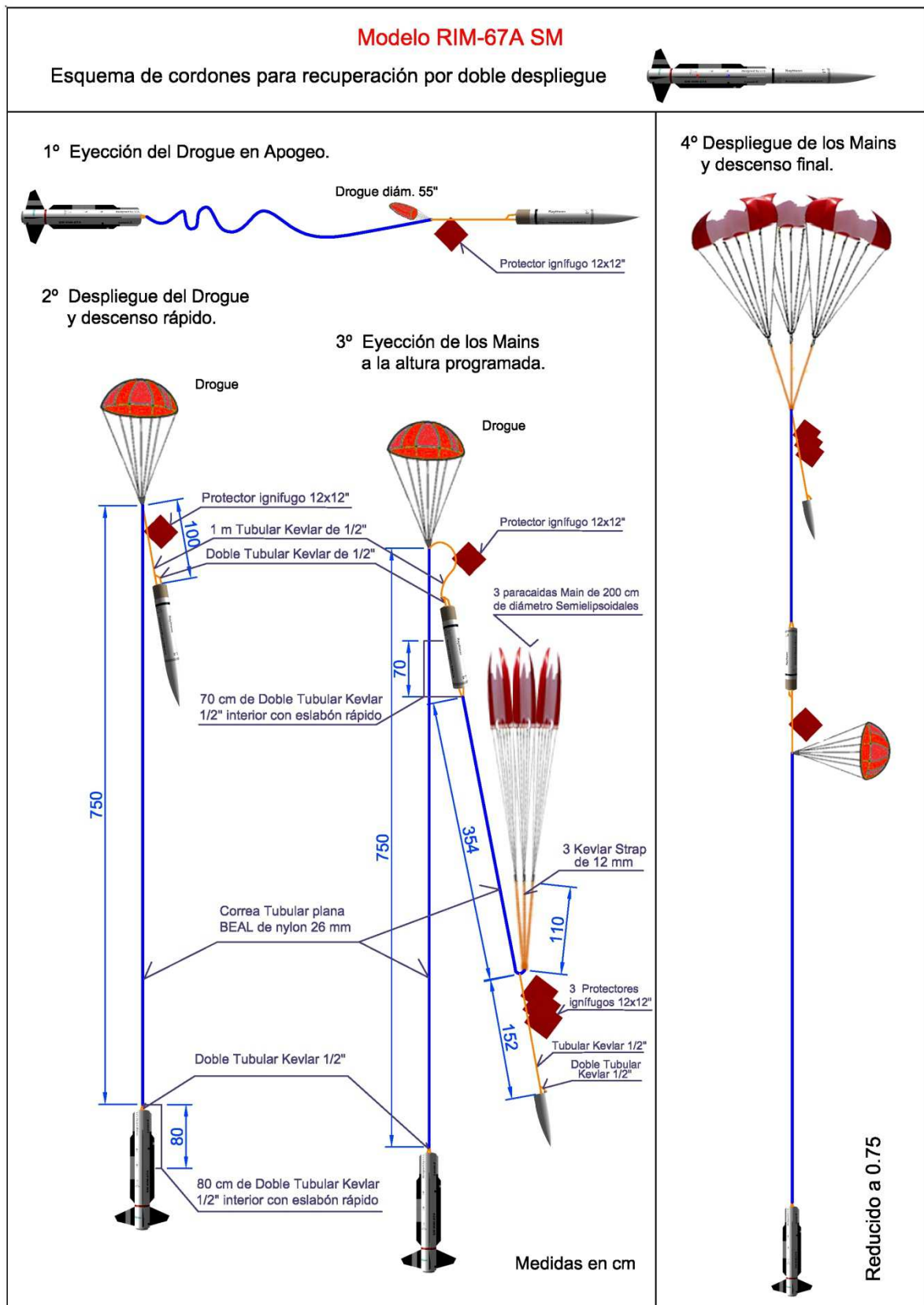
Cálculo para el SM RIM-67A para Certificación L3									
Camera / Cámara					Pressure & BP / Presión y BP				
Camera / Cámara	Ø		Length/Longitud		Pressure/Presión		BP/Pólvora	Fuerza/Force	
	inch	mm	inch	mm	PSI	Bares	Weight/Peso gr	KG	Lbs
DROGUE	7.51	190.8	24.7	627	7.3	0.50	4.0	143	315
MAIN - a	7.51	190.8	18.5	470	12.0	0.83	5.0	237	523
MAIN - b	7.51	190.8	18.5	470	9.6	0.66	4.0	189	416

No obstante ya he realizado una prueba estática para verificar el resultado utilizando 4 gr para eyectar el Drogue y 5 para eyectar los Main,s que ha resultado satisfactoria, y en el apartado 10 (pag 35) se detalla.

7.- Sistema de Recuperación

7.1.- Diagrama de conexiones de los cordones entre los diferentes elementos

A continuación se incluye un esquema del despliegue del cordaje que se utilizará en la recuperación del modelo mediante doble despliegue de paracaídas a partir de su Apogeo.



7.2.- Cálculo del Drogue

En base al sistema que se indica en el diagrama anterior a continuación se calcula las dimensiones de los paracaídas y los esfuerzos correspondientes que tendrán que soportar cada elemento.

DROGUE - Paracaídas de frenado		(Proyecto L3)
Para calcular el drogue, a continuación la ecuación de velocidad terminal puede reordenarse para calcular el tamaño deseado de un paracaídas circular. La ecuación simplificada se muestra a continuación, y se asume una tasa de descenso deseada entre 15 y 20 m/s (50 a 65 pies/segundo).		
$M_c \cdot g = k \cdot V^2$ donde: $k = \rho \cdot A \cdot C_d / 2$ siendo A el área del Drogue, $A = \pi \cdot D^2 / 4$		
despejando D:	$D = \sqrt{\frac{8 \times M_c \times g}{\rho \times \pi \times C_d \times V^2}}$	donde:
D = Diámetro en metros del Drogue		
g = Aceleración de la gravedad		g = 9,81 m/s ²
ρ_0 = densidad aire en C. N.		ρ_0 = 1,29 Kg/m ³
t = Temperatura del lugar en °C		t = 15 °C
Zt = Altitud del terreno en metros sobre el nivel del mar		Zt = 186 m
Mr = Masa del cohete en rampa		Mr = 20,529 Kg
Cd = Coeficiente de arrastre aerodinámico		Cd = 0,75
V = Velocidad deseada de descenso		V = 17,0 m/s
Mp = Masa del propelente		Mp = 2,722 Kg
Hap = Altura de apogeo previsible sobre el terreno		Hap = 1000 m
Mc = Masa del Cohete en caída		
Mc = Masa en rampa – Masa propelente:	$Mc = Mr - Mp =$	17,807 Kg
Zap = Altitud del apogeo en = Zt + Hap m.s.n.m.	Zap =	1186 m
ρ = Densidad del aire a T °C y Zap m.s.n.m.	$\rho =$	1,06 Kg/m ³
Resultando:		D = 1,39 m <> 54,7 "
A = Área del Drogue		A = 1,52 m²
Fuerza de Choque en la Apertura del Drogue: (Basado en la velocidad máxima en Caída Libre)		
Para un cohete con una Ojiva de diámetro d y Masa en caída Mc, donde:		
dc = diámetro del cuerpo del Cohete		dc = 19,6 cm
Cx = Coeficiente de forma: Circular= 1,7; Cónico= 1,8; Cruciforme= 1,1 a 1,2		Cx = 1,7
Ac = Superficie de la sección del cuerpo del cohete = $\pi \cdot dc^2 / 4$		Ac = 0,03017 m ²
Vt = Vel. en Caída libre vertical = Raíz ((2 * Mc * g) / (Cd * ρ * Ac))		Vt = 120 m/s
Vmax = Para cálculo, en ángulo de 30º sobre vertical: $V_{max} = V_t \cdot \text{seno}(30^\circ)$		60 m/s <> 217 Kmh
Fuerza de Choque del Drogue		
$F_s = C_d \cdot A \cdot (\rho / 2) \cdot V_{max}^2 \cdot C_x$		Fs = 3728 N <> 380 Kg
Densidad del aire en función de T y z (altitud)		
$\rho = \left(\frac{P_0}{RT} \right) \exp\left(\frac{-g \cdot z}{RT} \right)$		
donde:		
Po = Presión atmosférica =		101235 Pa
R = constante del aire =		286,9 J/kg·°K
T = temperatura en °K = 273,15 + T °C		
Zap = altitud en metros s.n.m.		
t °C =		15 °C
z = Zap =		1186 m
T =		288,15 °K
ρ =		1,06 Kg/m ³

Un Drogue de Ø55" comercial aseguraría las características necesarias y una velocidad aproximada

7.3.- Cálculo del Paracaídas PRINCIPAL

Se pretenden usar 3 paracaídas comerciales de Ø2 m semielipsoidales que equivalen a uno de Ø3,46m <> Ø136" que comercializa la empresa Klima que según he podido comprobar en lanzamiento con un L2 tienen un coeficiente de arrastre aerodinámico de 1,0.

MAIN - Paracaídas principal de aterrizaje		(Proyecto L3)	
Para el cálculo del Main, utilizamos la misma ecuación de velocidad terminal que para el Drogue pero considerando la velocidad máxima la de descenso con El Drogue.			
$M_c \cdot g = k \cdot V^2$ donde: $k = \rho \cdot A \cdot C_d / 2$		siendo A el área del Drogue, $A = \pi \cdot D^2 / 4$	
despejando D:		$D = \sqrt{\frac{8 \times M_c \times g}{\rho \times \pi \times C_d \times V^2}}$	donde:
D = Diámetro en metros del Main g = Aceleración de la gravedad g = 9,81 m/s² ρ₀ = densidad aire en C. N. ρ₀ = 1,29 Kg/m³ t = Temperatura del lugar en °C t = 15 °C Z_t = Altitud del terreno en metros sobre el nivel del mar Z_t = 186 m M_r = Masa del cohete en rampa M_r = 20,529 Kg C_{dm} = Coeficiente de arrastre aerodinámico del MAIN C_{dm} = 1,0 V_m = Velocidad deseada de descenso con Main V_m = 5,5 m/s M_p = Masa del propelente M_p = 2,722 Kg Hap = Altura programada eyección Main sobre el terreno Hap = 200 m			
M_c = Masa del Cohete en caída			
M _c = Masa en rampa – Masa propelente:		M _c = M _r - M _p = 17,807 Kg	
Zap = Altitud media para cálculo Main = Z _t +20 (m.s.n.m.)		Zap = 206 m	
ρ = Densidad del aire a T °C y Zap (m.s.n.m.)		ρ = 1,19 Kg/m ³	
Resultando:		D = 3,51 m <> 138,1 "	
A = Área del Main		A = 9,66 m²	
Fuerza de Choque en la Apertura del MAIN:			
C _x = Coeficiente de forma: Circular= 1,7; Cónico= 1,8; Cruciforme= 1,1 a 1,2		C _x = 1,7	
V _{max} = La correspondiente a la de caída con el Drogue		V _{max} = V = 17,0 m/s <> 61 Kmh	
Fuerza de Choque del MAIN			
F_s = C_{dm} · A · (ρ / 2) · V_{max}² · C_x		F_s = 2837 N <> 289 Kg	
Densidad del aire en función de T y z (altitud)			
$\rho = \left(\frac{P_0}{RT} \right) \exp\left(\frac{-g \cdot z}{RT} \right)$			
donde:			
P ₀ = Presión atmosférica =		101235 Pa	
R = constante del aire =		286,9 J/kg·°K	
T = temperatura en °K = 273,15 + T °C			
Zap = altitud en metros s.n.m.			
t °C =		15 °C	
z = Zap =		206 m	
T =		288,15 °K	
ρ =		1,19 Kg/m ³	

Según la simulación realizada con OpenRocket con los tres paracaídas semielipsoidales de Ø200 cm la velocidad de descenso es de 5,45 m/s, que es aceptable para el campo de Aerocinca.

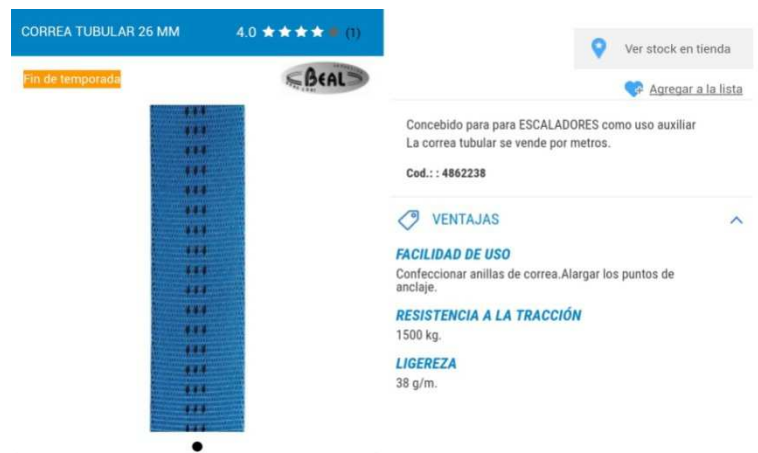
7.4.- Shock Cords y conexiones

Según los cálculos el mayor esfuerzo sería de 380 KG (834 Lbs) por lo cual se seleccionan cordones superiores a esta cifra tanto los de Kevlar ignífugos para las zonas de las cargas de eyección como los de nylon.



En las uniones con los dos "Pernos en U" de cada lado de la Bahía electrónica se pondrán 85 cm a cada lado de cordón tubular Kevlar de ½" (12,7 mm) con una resistencia unitaria de 900 kg. e ignífugo para soportar las cargas de eyección del Droque y del Main.

En cada uno de los paracaídas Main se utilizará un tramo de cinta de kevlar (Kevlar Strap) de 12 mm y 500 Kg de resistencia para separar en "V" adecuadamente los mismos.



El resto de las conexiones se realizarán con cinta tubular plana de nylon de 26 mm y 1500 Kg de resistencia de la siguiente forma:

En la Ojiva se atará 1 m del tubular Kevlar de ½" (resistencia 900 KG) que se unirá a un eslabón rápido (quick link) de 7 mm 25 KN donde se unirá un extremo de la correa de nylon de 26 mm de 3,55 metros de longitud y resistencia 1500 KG (15 KN).

En los tres Paracaídas de Ø2 m se unirán los cordones de cada uno de estos respectivamente a un tramo de 1,1 metro de Kevlar Strap de 12 mm y resistencia 500 KG (5 KN).

Y los tres tramos se unirán juntos al eslabón rápido roscado anterior.

El lazo inferior de la correa de nylon anterior se unirá al lazo superior de la Bahía Electrónica.

El lazo del cordón inferior de la Bahía, de tubular Kevlar de ½", se unirá con una cinta de nylon de 26 mm de 7,5 m de longitud al cordón Kevlar de 1 m que estará unido a los dos Cáncamos de las varillas de la Sección 1 Motriz. Se unirán estos con eslabón rápido de 8 mm.

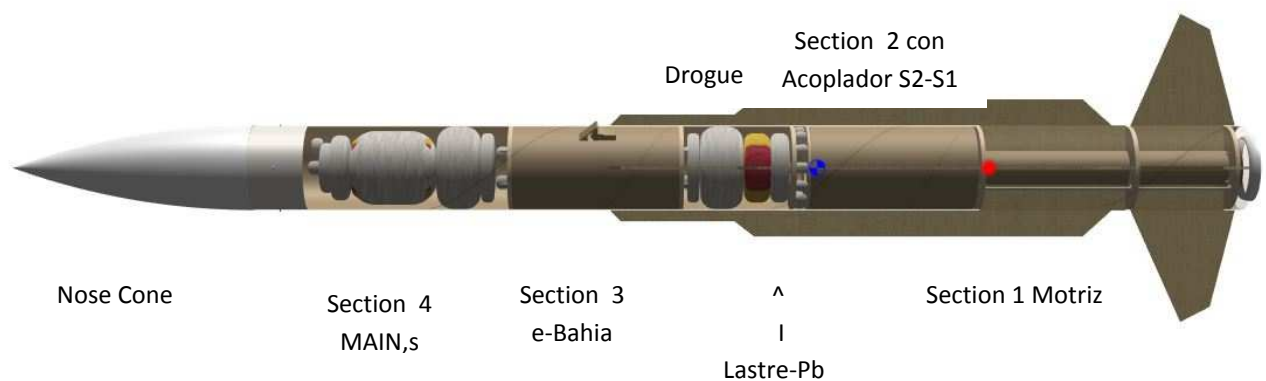
En el eslabón superior se unirá el Droque .

En el Diagrama al inicio de este capítulo se puede apreciar el montaje con claridad.

7.5.- Distribución interna de componentes

En la siguiente imagen se puede apreciar la disposición de todos los componentes:

- **Ojiva** que se fijará a la Sección 4 con tres tornillos de $\varnothing 3$ mm de nylon como "Shear Pins" que eviten la apertura prematura de la misma en el apogeo con motivo del despliegue del Drogue.
- **Sección 4** con los Main's, su cordaje y donde se atornillará la parte superior de la Bahía.
- **Sección 3** cuerpo intermedio como soporte de la Bahía electrónica.
- **Sección 2** donde se deslizará la parte inferior de la Bahía. Alojará el Drogue, su cordaje el depósito del lastre, el acoplador entre la Sección 2 y 1 y la parte superior de las aletas longitudinales
- **Sección 1 motriz** donde se atornillará el acoplador. Este incorpora el portamotor con sus tres anillos centradores, la falsa tobera, así como la parte inferior de las aletas longitudinales y las aletas principales.



8.- Sección 4 y Ojiva

En la Ojiva se adaptará un cáncamo metálico de balancín que ofrece más resistencia que el amarre que tiene de fábrica. De todas formas el cordón tubular se unirá a ambos amarres.

Una vez encajado en la parte superior de la Sección 4 (bahía de carga de los paracaídas Main) se practicarán tres orificios, equidistantes perimetralmente y a media altura del acoplamiento de $\varnothing 3$ mm y se terrajarán para atornillar los *Shear Pins* de nylon de seguridad.

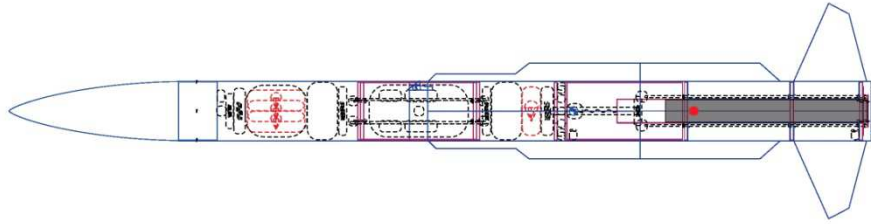
No se introduce ningún elemento dentro, para no aumentar su peso, con lo que se evitará la posibilidad de su eyección prematura, por inercia, en el momento de eyección del Drogue.

9.- Simulación de Vuelo - Datos y Gráficos

Simulador OpenRocket: con Motor Aerotech M1297W-P de 5439 Ns.

La relación Empuje/Peso es: $1297 / (20.5 \times 9.8) = 6,45$ Gs.

Rocket Design



RIM-67A - Proyecto L3 - 2º E - Contrachapado finlandés con FV

Stages: 1

Mass (with motor): 20529 g

Stability: 2,02 cal

CG: 1862 mm

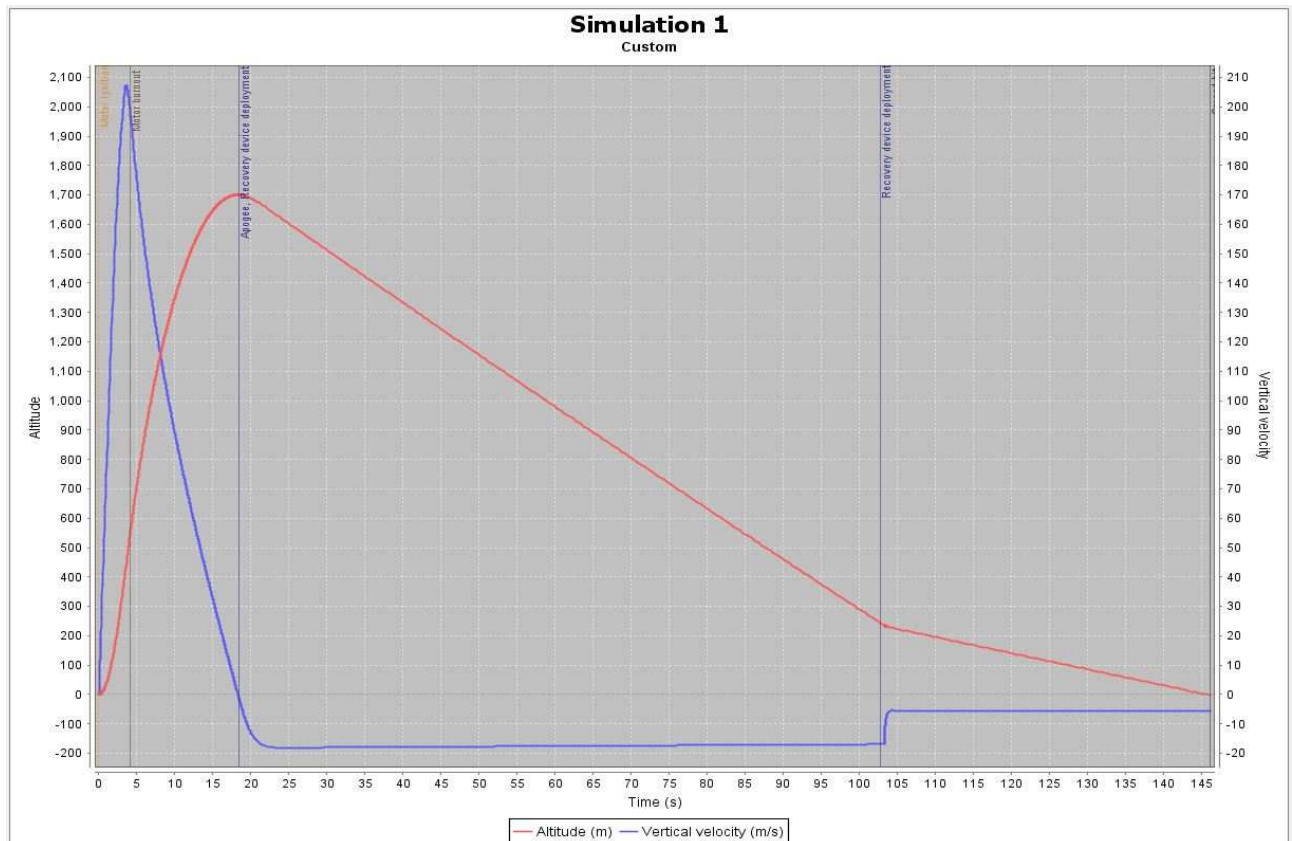
CP: 2258 mm

M1297W-P

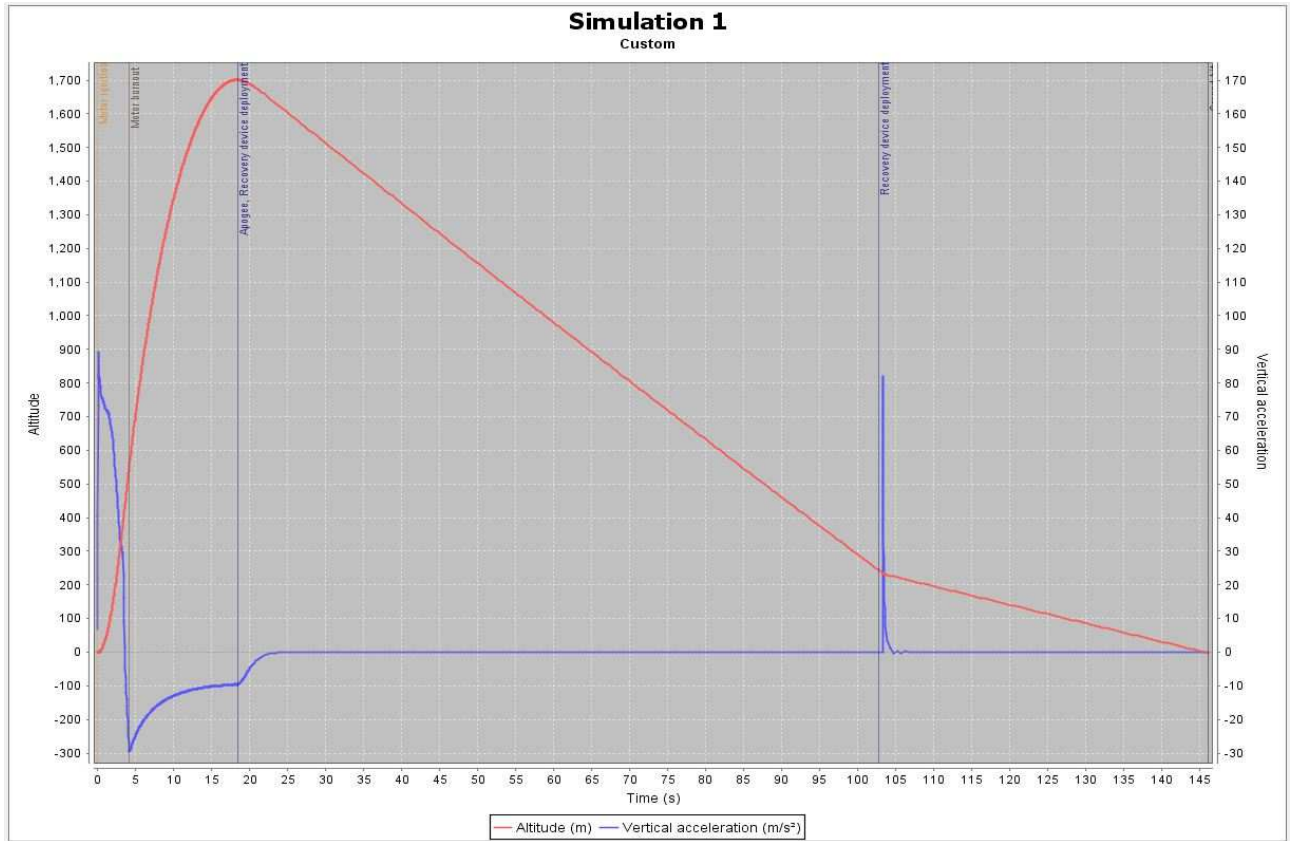
Altitude 1701 m
 Flight Time 146 s
 Time to Apogee 18,3 s
 Optimum Delay 14,2 s
 Velocity off Pad 20,1 m/s
 Max Velocity 207 m/s
 Velocity at Deployment 16,9 m/s
 Landing Velocity 5,47 m/s

Motor	Avg Thrust	Burn Time	Max Thrust	Total Impulse	Thrust to Wt	Propellant Wt.	Size
M1297 W	1339 N	4,06 s	2048 N	5439 Ns	6,65:1	2722 g	75/665 mm

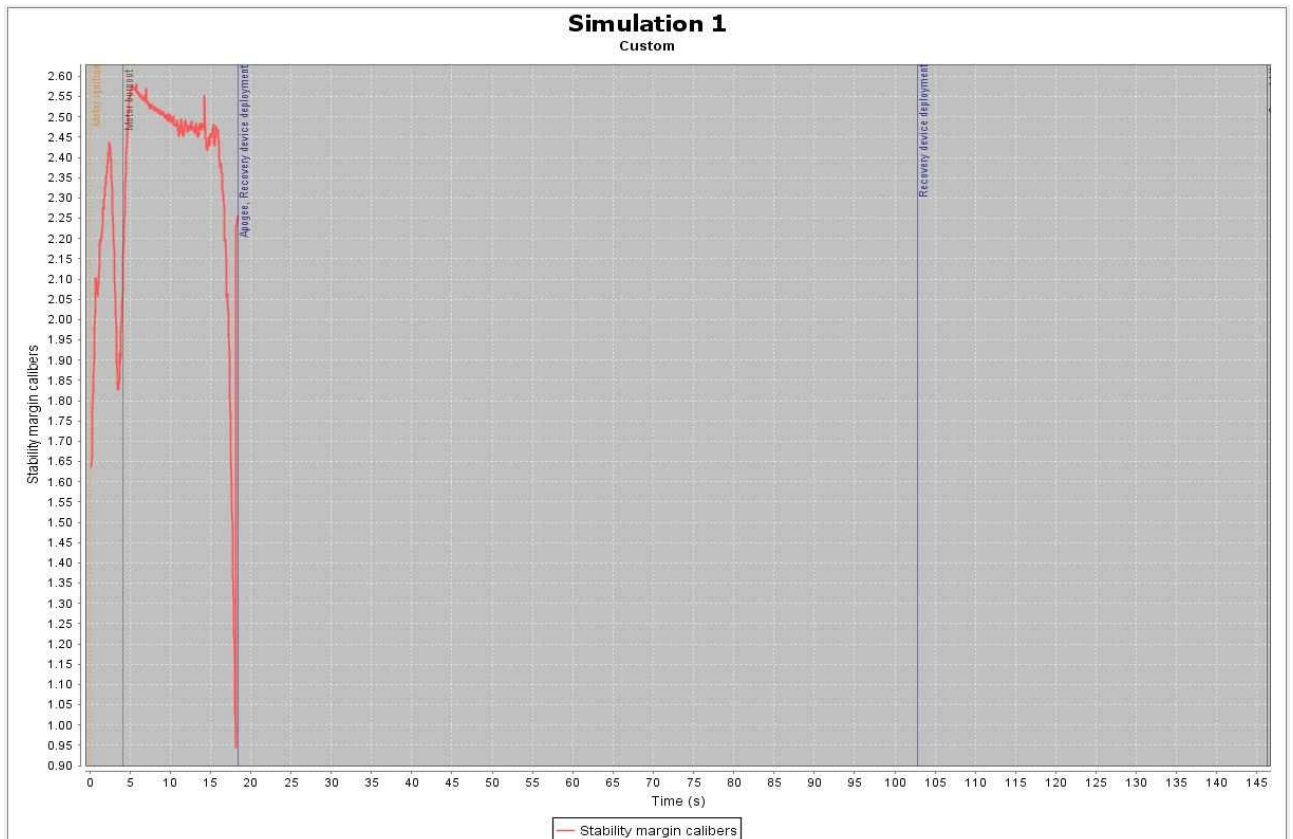
Gráfica de Altitud y Velocidad vertical frente al tiempo. Vel. Máx. 208 m/s <> 749 Km/h - Mach 0.62



Gráfica de Altitud y Aceleración frente al tiempo. Aceleración máxima $87 \text{ m/s}^2 \leftrightarrow 313 \text{ m/s}^2$



Gráfica de Estabilidad en calibres frente al tiempo



Las Gráfica del vuelo real según el Altimetro SRAIt se añadirá a posteriori.

10.- Prueba estática

Prueba Estática del Modelo SM RIM-67A. Junio 2018

Adjunto prueba de eyección del Drogue y de los Main,s del modelo SM RIM-67A realizada recientemente.

En primer lugar la apertura del modelo por el centro para la eyección del Drogue y comprobación de la no eyección de la Ojiva prematuramente.



A continuación prueba de eyección de la Ojiva. Esta va asegurada con 3 tornillos de nylon (shear pins) de Ø3 mm que se alojan en taladros roscados equidistantes alrededor del cuello de la Ojiva. Estos tornillos deben ser cizallados por la carga de eyección de los Mains. Esta prueba es importante ya que este sistema debe evitar la salida prematura de la Ojiva en el momento de la eyección del Drogue, lo que provocaría la salida simultánea del Main y el Drogue, sancionado en una Certificación.



11.- Pintado y decoración



12.- Lanzamiento

El vuelo se efectuaría en el campo de Aerocinca, Alcolea de Cinca, Huesca, Spain, campo habitual de nuestro Club *SpainRocketry* y durante el próximo encuentro **S.R.M.-2018** que se celebrará a primeros de Septiembre, donde se espera realizar un vuelo correcto abriendo tanto el Droque como los paraídas en los momentos previstos, aterrizando en perfectas condiciones y a ser posible cerca de la rampa de lanzamiento, de tal suerte que los **TAP** asesores de TRIPOLI SPAIN, **D. José Luis Sánchez y D. Paolo Basso o Josep Maria Garrell** puedan **certificar** el correspondiente **Certificado Level 3**.

13.- Listado de Materiales

Descripción	Fabricante/ Proveedor	Tipo	Ctd
Nose Cone: PNC-7.51	LOC Precision.	Poly-propylene Plastic	1
Airframe tube BT-7.51 Ø 7.51", L=30"	LOC Precision	Crafted (laminado FV)	3
Coupler TCL-7.51	LOC Precision	Crafted (laminado FV)	2
Airframe tube LOC BT-3.00	LOC Precision	Crafted (laminado FV)	1
Mamparo Ø190x10 mm	KLIMA	Plywood	5
Mamparo Ø188x10 mm	KLIMA	Plywood	3
Parachute Ø200cm Rip-stop nylon	KLIMA	semielipsoidal	3
Parachute Droque Ø55" Rip-stop nylon	Apogee	Standard	1
Plywood 50x25x5 mm	Agulló	Abedul finlandés	3
Plywood 150x25x5 mm	Agulló	Abedul finlandés	4
Anillo de empuje OD160xD76,2x3 mm	Fabricación propia	Aluminio	1
Anillo retenedor motor OD106xDI75.4x2 mm	Fabricación propia	Aluminio	1
Tornillos cabeza estrella con arandela M5x40	Ferretería	Acero cincado	4
Tuercas de púas rosca M5	Ferretería	Acero cincado	4
Chapa perforada Ø8 de 500x250x1 mm	Ferretería	Acero inoxidable	1
Tejido Fibra de vidrio 166 gr/m2	feroca	Tejido	7
Tejido Fibra de vidrio 25 gr/m2	feroca	Tejido	1
Resina epoxi laminados EPOFER EX 401	feroca	Bote de 1Kg	2
Endurecedor EPOFER E416	feroca	Bote de 160 gr.	2
Z-POXY 30 minute - Rexin & epoxy	TodoHobby	PT-39 - 237 ml	2
Masilla epoxi ceys 2 componentes	Ferretería	<i>SUPERBARRA</i>	1
Tubular Kevlar 12 mm (1/2") 900 kg	SierraFox	Kevlar/Aramide	10
Kevlar strap de 12 mm (7/16") 500 Kg	SierraFox	Kevlar/Aramide	10
Correa tubular plana de nylon de 1500 kg	BEAL	Nylon	12
Flameproof protection FCP-24"x24"	SierraFox	NOmex	1
Eslabón rápido (quick link) Ø7 mm 25KN	Declathon	Acero	2
Eslabón rápido (quick link) Ø8 mm 3.5KN	Ferretería	Acero	2
Ball-bearing swivel SW-8	SierraFox	Acero	1
Rail Button (Unistrut Style)	Aerocon	Delrin	2
Tuercas de púas rosca M6	Ferretería	Acero cincado	2
Pernos en "U" de 8 mm rosca M6	Ferretería	Acero cincado	4
Tuercas con arandela M6	Ferretería	Acero cincado	2
Tornillos M6x40	Ferretería	Acero cincado	6
Varillas roscadas e Ø6 mm 1 m	Ferretería	Acero cincado	4
Tubo de aluminio Ø8 x1 m	Ferretería	Aluminio	2
Tuercas M6	Ferretería	Acero cincado	64
Tuercas autoblocante M6	Ferretería	Acero cincado	30
Tuerca mariposa M6	Ferretería	Acero cincado	10
Arandelas anchas M6	Ferretería	Acero cincado	50
Cáncamo rosca hembra M6	Ferretería	Acero cincado	2

Tornillos rosca madera 4x30	Ferretería	Acero cincado	4
Tornillos cabeza estrella - M4x45	Ferretería	Acero cincado	3
Tuercas de púas rosca M4	Ferretería	Acero cincado	3
Tornillos cabeza estrella M5x10	Ferretería	Acero cincado	24
Tuercas con arandela M5	Ferretería	Acero cincado	24
Tornillos rosca madera estrella 2,5x25	Ferretería	Acero cincado	50
Tornillos rosca madera estrella 3,5x30	Ferretería	Acero cincado	10
Altímetro AltiDuo	Boris du Reau		1
Altimetro SRAlt	M. Morales		1
Safe Eject	M. M.	Aluminio	2
Buzzer de 107 dba	Farnell		1
Pila 9 V	Ferretería		2
Conector Pila	SierraFox		2
Interruptor de tornillo	SierraFox		2
Conectores macho hembra con cable	Electrónica		3
Clemas de conexión	Electrónica		4
Cable rojo/negro 2x0,5 mm (metros)	Electrónica		2



14.- Listas de Control de Montaje y Lanzamiento

La bahía electrónica llegará al campo completamente montada a excepción de las baterías.

Esto incluye la instalación de los ignitores y las cargas de eyección de la tapa inferior para separar los cuerpos inferior y superior del fuselaje que propicien la eyección y despliegue del DROGUE.

También estarán instalados los ignitores y las cargas de eyección de la tapa superior para la eyección de la Ojiva (cizallando los “*shear pins*”) y los paracaídas principales.

A continuación se incluye la lista de procedimientos y comprobaciones a realizar.

14.1 Lista de Control del Sistema de Recuperación (Recovery CheckList)

A.- Montaje final de la Bahía electrónica

1. Comprobar la Tensión de las dos baterías de 9 V antes de instalarlas. Deberán medir al menos 9,3 V.
2. Quitar la tapa inferior de la Bahía (*down*) quitando las palomillas y tuercas de las 4 varillas. Desenchufar los 2 conectores aéreos de los ignitores y el del Zumbador. Retirar el tubo fuselaje y colocar las dos baterías enchufándolas en el conector correspondiente de cada una. Asegurar cada una de ellas al soporte con una brida de nylon a través de los orificios previstos al efecto.
3. Colocar nuevamente el tubo fuselaje encajándolo en la tapa superior (*up*) alineándolo en la marca al efecto asegurándose que los orificios de Ø11 mm están situados en la posición que permita el accionamiento de los interruptores. Enchufar nuevamente los conectores aéreos de los ignitores y el del Zumbador.
4. Situar de nuevo la tapa posterior enfilando las varillas y encajándola en el fuselaje. Verificar nuevamente el acceso a los interruptores. Colocar y apretar las tuercas y las palomillas que actuarán como contratuercas.
5. Efectuar una prueba inicial del funcionamiento de los Altímetros. Primero uno que luego se desconecta, a continuación se prueba el otro y luego se desconecta igualmente.
6. A continuación conectar el lazo del cordón de la zona superior con un extremo de la correa tubular plana de 26 mm más corta (la de 3,55 metros) con un eslabón rápido de 8 mm apretando debidamente su tuerca.
7. Deslizar todo el conjunto de correa y cordón por la parte inferior de la Sección 4 (bahía de carga de los Mains) Sacar todo por delante estirando el cordón.
8. A continuación introducir la parte superior de la Bahía, en dicha Sección 4, situando la marca externa de ensamblaje y alineando los orificios para atornillar los 12 tornillos M5x10 de unión.

B.- Montaje de Paracaídas MAIN y cordaje correspondiente

1. Plegar y enrollar cada uno de los 3 paracaídas protegiendo cada uno de ellos con un paño ignifugo de 12x12” engancho los tres cordones de suspensión en un eslabón rápido (quick link) de 7 mm y 25 KN junto al cordón de la Ojiva y al otro extremo de la correa tubular plana de 3,55 m.
2. Introducir los 3 paracaídas juntos con sus protecciones “emparejados” hasta el fondo de la Sección 4. A continuación plegar la correa tubular en Zig-Zag sujetándola con una goma elástica floja e introducirla junto con el cordón de la Ojiva.
3. Introducir y situar la Ojiva, según la señal marcada, de manera que coincidan los orificios para los Shear Pins de 2 mm y proceder a atornillarlos.

C.- Montaje de las Secciones 1 y 2

1. Introducir un extremo de la correa plana de 26 mm y 7,5 metros por el interior de la Sección 2 desde la boca superior hasta que sobresalga por la inferior..
2. Conectar el extremo anterior al lazo del cordón tubular de la Sección 1 motriz que ya estará previamente fijado a los cáncamos de esa sección.
3. Introducir el acoplador de la Sección 2 en la boca de la Sección 1, situando la marca externa de ensamblaje y alineando los orificios para atornillar los 8 tornillos M5 de unión.

D.- Montaje del DROGUE y cordaje correspondiente

1. Plegar y enrollar el paracaídas DROGUE protegiéndolo con un paño ignífugo de 12x12" (Nomex) enganchando el cordón de suspensión a un eslabón rápido de 7 mm y 25 KN junto a extremo superior de la correa tubular plana de 26 mm de 7,5 metros anterior.
2. Plegar la correa plana de 26 mm en Zig-Zag sujetándola con una goma elástica floja e introducirla junto con el cordón en la bahía de carga de la Sección 2.
3. Introducir el embolo ignífugo atando su cordón al del amarre inferior de la Bahía y luego el paquete del DROGUE enfilando los picos del paño hacia debajo de manera que la parte plana quede arriba protegiendo de los gases de eyección.
4. Introducir el acoplamiento inferior de la Bahía electrónica en la Sección 2 alineándola con las señales al efecto.

E.- Montaje del motor

1. Se seguirán las instrucciones específicas de montaje del motor seleccionado de Aerotech.

Aerotech M1297W-P motor assembly instructions

REV. NO.	DATE	APPROVED	DESCRIPTION
FUTURE A	3/22/04		REVISION TO BE MADE (REPLACES L1100M-01)
FUTURE B	11/08/04		REVISED TO ADD NEW HP NOZZLE
FUTURE C	6/10/08		REVISED TO ADD NEW HP NOZZLE AND NOZZLE CAP

NOTES:

1. MOTOR ASSEMBLY SHOWN WITH SPECIFIED MOTOR HARDWARE & RELOAD KIT.

QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION	REF
1	00142	FORWARD SEAL DISK O-RING	13
1	75FCP	FORWARD CLOSURE (PLUGGED)	12
1	03080	SMOKE CHG INSULATOR (1.5" O.D. X 1.5")	11
1	03287	SMOKE CHARGE (1.305" O.D. X 1.0")	10
1	00230	FORWARD O-RING (2.75" O.D. X 1/8") 230	9
1	75FSD	FORWARD SEAL DISK	8
4	03816	PROPELLANT GRAINS (2.597" O.D. X 3.188")	7
1	7551C	CASE	6
1	03035-4	PHENOLIC LINER (2.727" O.D. X 21.688")	5
1	00230	AFT O-RING (2.75" O.D. X 1/8") 230	4
1	01770	HP 75MM NOZZLE (.685" DT UNDRILLED)	3
1	75ACC	AFT CLOSURE	2
1	04214	NOZZLE CAP (2.25" I.D.)	1

SUPPLIER DATA		RELOAD KIT IDENTIFICATION	
AEROTECH DIV. RCS RMC INC.	13129P	M1297W-P	
PART NUMBER		DESCRIPTION	

CONTRACT NUMBER	LIST OF MATERIAL
HP 75/5120 MOTOR WITH M1297W-P RELOAD KIT	<p>2110 W. 850 N. Street COSHO CITY, OHIO 45703 (432) 895-7100 (FAX) (432) 895-7150 (FAX)</p> <p>RCS ROCKIT MOTOR COMPONENTS.</p> <p>HP 75/5120 MOTOR WITH M1297W-P RELOAD KIT</p> <p>ASSY DWG</p> <p>SCALE: 1:1</p>

HIGH-POWER RMS™ Assembly and Operation Instructions

READ THIS BEFORE YOU BEGIN:

• Study the illustrations and sequence of assembly. **THE SEQUENCE OF ASSEMBLY IS EXTREMELY IMPORTANT! READ ALL INSTRUCTIONS BEFORE USE.** USE RMS™ MOTOR AND RELOAD KITS ONLY IN ACCORDANCE WITH ALL INSTRUCTIONS. Review the parts list and become familiar with all parts before assembly. IF ANY PARTS ARE MISSING OR DAMAGED, CONTACT RCS AT 1-435-865-1100 or email at warranty@aerotech-rocketry.com.

DO NOT OPEN RELOAD KIT UNTIL READY TO USE.

PARTS:

RMS™-75 HARDWARE

75mm aft closure	1
75/5120 case	1
75mm plugged forward closure	1
75mm forward seal disk	1

RELOAD PARTS KIT

Nozzle (large black plastic part)	1
Liner (2-3/4" O.D. black plastic tube)	1
Propellant grains (7/8" core)	4
Fwd & aft o-rings (1/8" thick X 2-3/4" O.D.)	2
Forward seal disk o-ring (3/32" thick x 2-9/16" O.D.)	1
Grain spacer o-rings (1/16" thick x 2-1/2" O.D.)	3
Smoke charge (short solid part)	1
Smoke charge insulator (1-1/2" O.D. tube)	1
Nozzle Cap (2-1/4" dia. red cap)	1

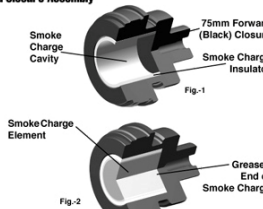
ITEMS NEEDED FOR USE:

- Synco™ Super Lube™ or other grease
- Hobby knife
- Electric match w/thermalite, Firestar™ or other igniter
- Masking tape
- Wet wipes or damp paper towels

SAVE THE RELOAD KIT PLASTIC BAG FOR THE USED RELOAD PARTS. DISPOSE OF BAG AND PARTS PROPERLY.

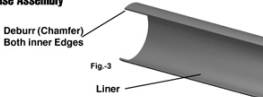
Chapter 1. Forward Closure Assembly

- 1-1. Apply a light coat of Synco™ Super Lube™ or other grease to all threads and all o-rings (except the grain spacer o-rings). This will facilitate assembly and prevents the threads from seizing.
- 1-2. **Fig-1:** Hold the forward (black) closure in a vertical position, smoke charge cavity facing up. Insert the smoke charge insulator into the smoke charge cavity until it is seated against the forward end of the cavity.
- 1-3. **Fig-2:** Apply a liberal amount of grease to one end of the smoke charge element. Insert the greased end of the smoke charge element into the smoke charge cavity until it is seated against the end of the cavity. Set the completed forward closure assembly aside.

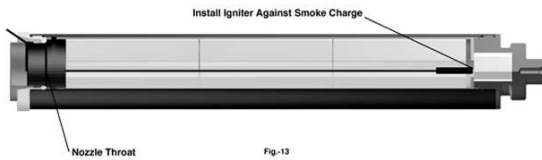


Chapter 2. Case Assembly

- 2-1. **Fig-3:** Using a hobby knife or similar tool, carefully deburr (chamfer) both inside edges of the liner tube (2-3/4" O.D. black plastic tube).



Chapter 3. Preparation For Flight



- 3-1. **Fig-13:** Insert the coated end of a Firestar™ or other igniter through the nozzle throat until it stops against the smoke charge element.
- 3-2. Secure the igniter to the nozzle with a piece of masking tape or the 2-1/4" dia. red nozzle cap supplied with the reload kit. NOTE: Cut a 1/8"-1/4" wide slot in the corner of the cap to allow for igniter venting.
- 3-3. Install the motor into the rocket's motor mount tube. Ensure that the motor is securely retained in the rocket by using positive mechanical means to prevent it from being ejected during recovery system deployment.
- 3-4. Prepare the rocket's recovery system and then launch the rocket in accordance with the Tripoli Rocketry Association (TRA) Safety Code and National Fire Protection Association (NFPA) Code 1127.

Chapter 4. Post-Recovery Cleanup

NOTE: Perform motor clean-up as soon as possible after motor firing. Propellant and smoke charge residues become difficult to remove after 24 hours and can lead to corrosion of the metal parts. Place the spent motor components in the reload kit plastic bags and boxes and dispose of properly.

- 4-1. After the motor has cooled down, unthread and remove the forward and aft closures.
- 4-2. Remove the smoke charge insulator from the forward closure and discard. Using wet wipes or damp paper towels, remove all smoke charge and propellant residue from the closures.
- 4-3. Remove and discard the forward and aft o-rings from the motor case. Remove the liner, forward seal disk and nozzle from the casing by pushing on the nozzle end. Remove the forward seal disk from the liner, and remove and discard the forward seal disk o-ring. **DO NOT DISCARD THE FORWARD SEAL DISK!** Discard the nozzle and liner. Using wet wipes or damp paper towels, wipe the inside of the casing and the forward seal disk to remove all propellant residue.
- 4-4. Apply a light coat of grease to all threads and the inside of the motor case. Reassemble metal parts and store motor in a dry place.

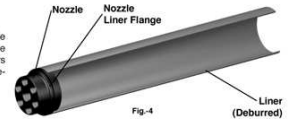
AeroTech Division
RCS Rocket Motor Components, Inc.
Cedar City, UT 84721
www.aerotech-rocketry.com

PN 20082-1 Rev. 11/17/09
Made in U.S.A.

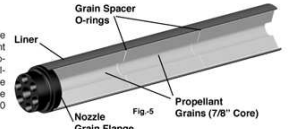
©2008-2009 RCS Rocket Motor Components, Inc., All rights reserved

Chapter 2. Case Assembly (Cont'd)

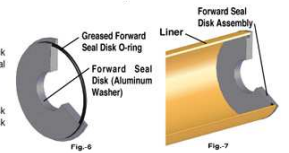
- 2-2. **Fig-4:** Insert the larger diameter portion of the nozzle into one end of the liner, with the nozzle liner flange seated against the liner. NOTE: RMS-75/5120 motors use a single large throat nozzle rather than the multiple-throat "Medusa" nozzle shown in the illustrations.



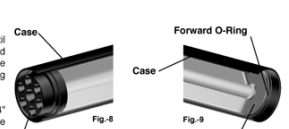
- 2-3. **Fig-5:** Perform the remaining assembly steps with the liner held in a horizontal position. Install the propellant grains into the liner, placing the three (3) grain spacer o-rings (1/16" thick x 2-1/2" O.D.) between each propellant grain. The aft grain should be seated against the nozzle grain flange. NOTE: Three propellant grains are shown in all illustrations for simplicity. RMS-75/5120 motors use four (4) grains.



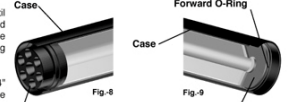
- 2-4. **Fig-6:** Place the greased forward seal disk (3/32" thick X 2-9/16" O.D.) o-ring into the groove in the forward seal disk.



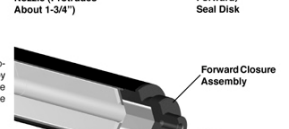
- 2-5. **Fig-7:** Insert the smaller (o-ring) end of the seal disk into the open end of the liner tube until the seal disk flange is seated against the end of the liner.



- 2-6. **Fig-8:** Push the liner assembly into the motor case until the nozzle protrudes approximately 1-3/4" from the end of the case. NOTE: A coating of grease on the outside surface of the liner will facilitate installation and easing cleanup after motor firing.



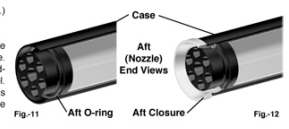
- 2-6. **Fig-9:** Place the greased forward (1/8" thick X 2-3/4" O.D.) o-ring into the forward (bulkhead) end of the case until it is seated against the forward seal disk.



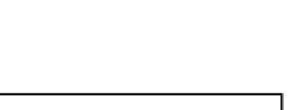
- 2-7. **Fig-10:** Thread the previously-completed forward closure assembly into the forward end of the motor case by hand until it is seated against the case. NOTE: There will be considerable resistance to threading in the closure during the last 1/8" to 3/16" of travel.



- 2-8. **Fig-11:** Place the greased aft (1/8" thick X 2-3/4" O.D.) o-ring into the groove in the nozzle.



- 2-9. **Fig-12:** Thread the aft closure into the aft end of the motor case by hand until it is seated against the case. NOTE: There will be considerable resistance to threading in the closure during the last 1/8" to 3/16" of travel. It is normal if a slight (1/32" to 1/16") gap remains between the closure and the case, and the grains rattle slightly in the liner after tightening.



HIGH-POWER RMS™

Reloadable Motor System™

RMS™ 75/5120 WHITE LIGHTNING™

This Package Contains One Reload Kit:

M1297W-P (75/5120)

NOTE: This reload kit MUST be used with separately packaged White Lightning™ propellant grains (P/N 03616) and motor liner tube (03035-4). RMS™-75 reload kits do not include an ejection charge. RMS-75 motors must be used in conjunction with a timer, altimeter or radio-actuated recovery system.

NOTE: This reload kit is ONLY for use in AeroTech/RCS, Rouse-Tech™ or Dr. Rocket™ RMS™ 75/5120 high-power motors. Certified by the Tripoli Rocketry Association (TRA).

DO NOT OPEN RELOAD KIT UNTIL READY TO USE

Typical Time-Thrust Curve:

RMS™ 75MM WHITE LIGHTNING RELOAD KIT DATA

Hardware Designation	Performance Designation	Total Impulse (Typical)	Propellant Weight	Loaded Motor Weight
RMS™-75/5120	M1297-P	5,417 N-sec	2,681 g (5.91 lb)	4,708 g (10.37 lb)

RMS™ 75MM HARDWARE DATA

Hardware Designation	Motor Diameter	Motor Length	Hardware Weight	Reload(s) Used
RMS™-75/5120	2.965" (75mm)	26.20"	1,408 g (3.10 lb)	M1297W-P

NOTE: Motor lengths are measured from end of aft closure to end of forward closure.

NOTE: SALE TO PERSONS UNDER 18 YEARS OF AGE PROHIBITED BY FEDERAL LAW. WARNING-FLAMMABLE: Read instructions Before Use. KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN. FOR USE ONLY BY CERTIFIED HIGH-POWER USERS 18 YEARS OF AGE OR OLDER. DO NOT SMOKE when loading these motors or use in the vicinity of open flames.

2. A continuación se retirará el Anillo Retenedor del portamotor, desatornillando los 4 tornillos M5x40, se introducirá el motor hasta que el cierre posterior apoye sobre el Anillo metálico de Empuje y posteriormente se volverá a colocar el Anillo Retenedor atornillando los cuatro tornillos.

14.2.- Lista de Control pre-vuelo en Rampa (Pre-flight On-Pad Checklist)

DESCRIPCIÓN	Control
1. Situar el cohete sobre las borriquetas al efecto y revisar fijación de la Ojiva, ensamblaje de la Sección 3 (bahia-e) en la Sección 2 inferior.	
2. Introducir el cohete en la rampa.	
3. Elegir orientación e inclinación de la rampa.	
4. Comprobar que no se haya instalado ningún ignitor en el motor.	
5. Comprobar que la Centralita de Lanzamiento está en "off" y/o con el Lanzamiento desactivado.	
6. Conectar, atornillando, el interruptor "A" del Sistema electrónico 1, Altiduo. Un pitido largo y 3 breves indica la versión: 1.3 1 Pitido largo indica que uno de los ignitores no está conectado 2 pitidos largos indican que ambos ignitores no están conectados 2 pitidos cortos indican que ambos ignitores si están conectados, Ok Luego emitirá 1 Pitido repetitivo indicando continuidad Ok	
7. Conectar, atornillando, el interruptor "B" del Sistema electrónico 2, SrAlt. Mediante pitidos dará datos: corto unidades, largo cero. Emitirá la altura del último apogeo alcanzado (se repite tres veces) Pitido largo de 1 kHz (tono distinto) Escuchar la secuencia de encendido del SRAlt: Altura programada para la apertura del Main Pitido largo de 1 kHz (tono distinto) Retardo programado para la opción de Mach Pitido largo de 1 kHz (tono distinto) 3 pitidos repetitivos indican: SRAlt y continuidad de ambos ignitores Ok.	
8. Si hay cámaras de vídeo <i>on-board</i> , activarlas.	
9. Instalar ignitor en el motor.	
10. Cortocircuitar las pinzas de conexión de la centralita.	
11. Conectar el ignitor a la centralita.	
12. Indicar al LCO que el cohete y la centralita están "ready".	
13. Al recibir la indicación del LCO, habilitar el lanzamiento desde la centralita (eliminar seguridad).	

15.- TRA Pre-flight Capture Form



Tripoli Advisor Panel Pre-Flight Data Capture Form

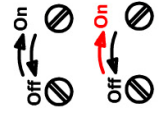
NAME: LUIS IGNOTO	ADDRESS: Calle Alto del Arenal,5 - 28€	PHONE #: +34659925756
TRA #: 14608	LAUNCH LOCATION: Alcolea de Cinca, Spain	DATE: Sep 8, 2018
ROCKET SOURCE: KIT <input checked="" type="checkbox"/> SCRATCH <input checked="" type="checkbox"/>	ROCKET NAME: SM RIM-67A	COLORS: White, Black & Red
ROCKET DIAMETER: 7.71"=(7.51"+FV) (196mm)	ROCKET LENGTH: 112.88" (2867 mm)	ROCKET WEIGHT LOADED: 724 oz (20.529 Kg)
AVIONICS DESCRIPTION: SRAIt Altimeter AltiDuo Altimeter	MOTOR TYPE: M1297W P / Aerotech	THRUST TO WEIGHT RATIO: 6.65:1
LAUNCHER REQUIREMENTS:	LENGTH: 10 ft	
CENTER OF PRESSURE: 89" (2260 mm)	HOW CALCULATED: OpenRocket Simulator	
CENTER OF GRAVITY: 73.35" (1863 mm)	HOW CALCULATED: OpenRocket Simulator	
MAXIMUM VELOCITY: 207 m/s (Mach 0.62)	HOW CALCULATED: OpenRocket Simulator	
MAXIMUM ALTITUDE: 5581 ft (1701 m)	HOW CALCULATED: OpenRocket Simulator	
WAS FLIGHT SUCCESSFUL:	YES: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
TAP NAME:	Josep María Garrell	
TAP NAME:	Jose Luis Sanchez	
TAP NAME:		

16.- Etiquetas Juego de Calcomanías adhesivas de decoración se incluye a continuación.

S M R I M - 6 7 A
S M R I M - 6 7 A



RIM-67A



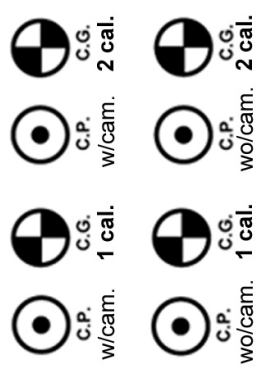
RIM-67A

Centers
with camera
Centers
without camera

Standard Missile Standard Missile

SpainRocketry SpainRocketry L-3

Modelo: **SM RIM-67A - Level 3**
Jul. 2018 - Luis Ignoto Ledo
TRA #14608 L2 - Tif.: 659 925 756



developed by L. IG.

developed by L. IG.

Level-3 Raytheon L-3

Level-3 Raytheon L-3

Etiquetas: Calcomanías en papel transparente para impresora de tinta con Spray Vallejo

Añadido Post-lanzamiento

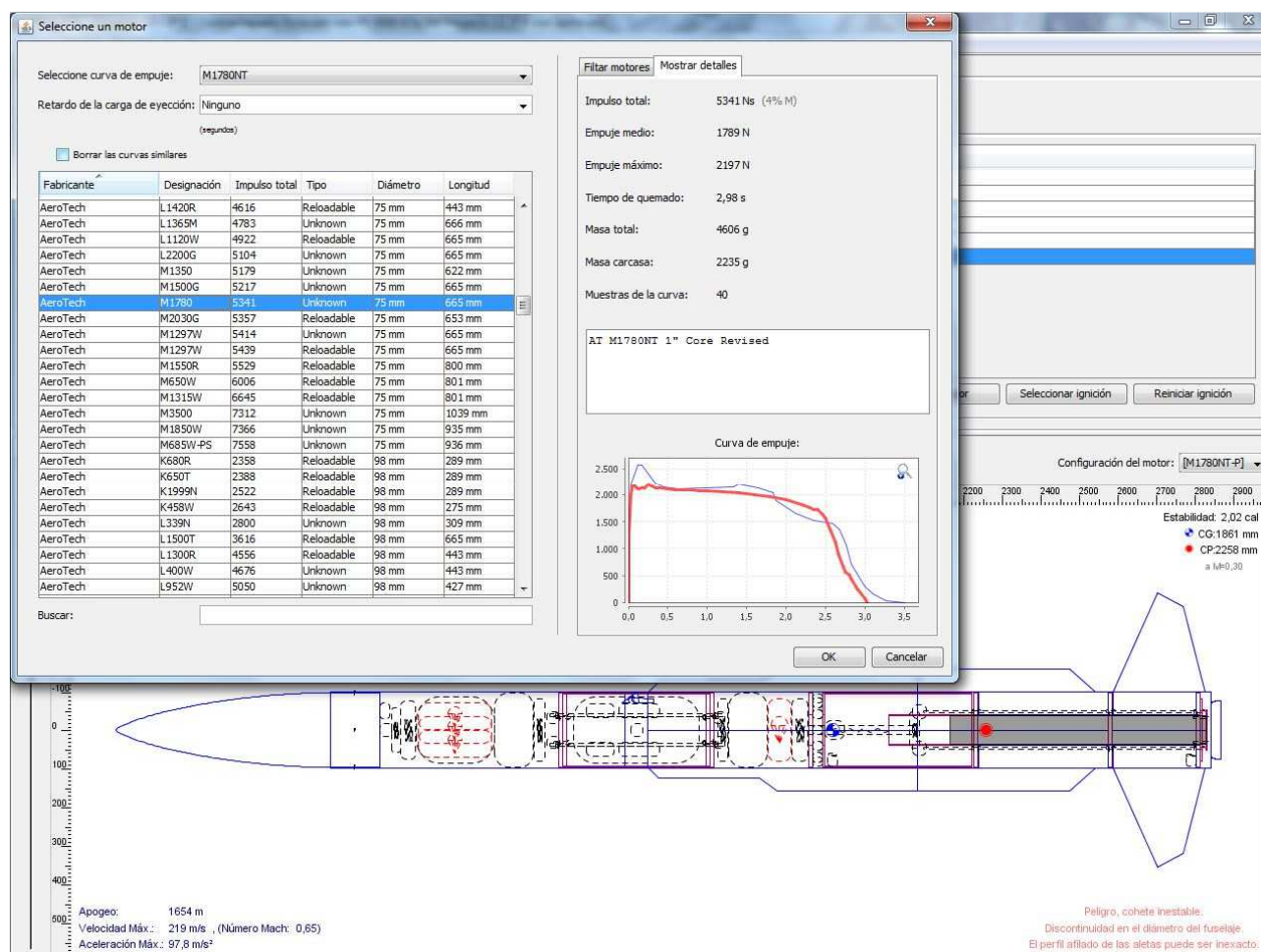
17.- Cambio de motor y Lanzamiento

17.1.- Cambio de motor

Diez días antes del encuentro SRM-2108 se me comunica que el motor previsto, el **M1297W** no lo tiene disponible nuestro proveedor en Europa y en su lugar se me ofrece un M1315W con un 25% más de Impulso total, pero posteriormente ofrece un **M1780NT Blue Thunder** de Impulso similar al previsto aunque un poco más “brioso”, ya que quema en 3 segundos mientras que el otro lo hace en 4 segundos, lo que redundará en una arrancada más fuerte y por tanto una aceleración mayor, unos 10 g's.

Como esto me parece aceptable tanto por la Simulación como por la estructura del modelo. Lo consulto con mi TAP Josep María coincidiendo conmigo al respecto, con lo cual se acepta la oferta de dicho motor **M1780NT**.

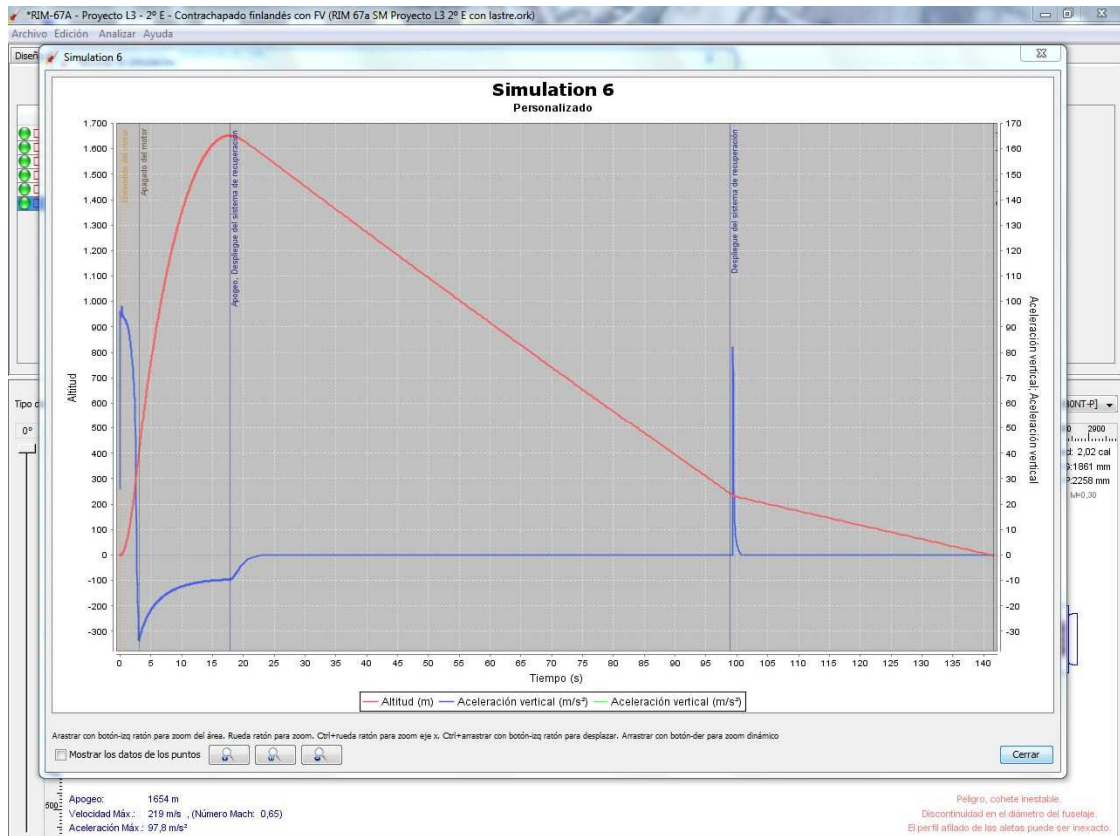
En consecuencia hecha la simulación, que da una altitud previsible de 1652 metros, la incorporo en documento anexo el día del Lanzamiento junto con el plano de Montaje, que es prácticamente igual que el M1297W, y que a continuación añado aquí.



Características del motor M1780NT:

Impulso Total	6341 Ns	Empuje medio	1789 N	Empuje máximo	2179 N
Tiempo de quemado	2.98 s	Masa total	4606 g	Masa carcasa	2235 g

Las diferencias con el M1297W son mínimas salvo el tiempo de quemado y una mayor aceleración que en realidad propicia un despeque más vertical contrarrestando la influencia del posible viento.



Altitud-Vel-Aceleracion motor M1780NT

17.2.- Lanzamiento

En Aerocinca, Alcolea de Cinca, Huesca, en el Encuentro Internacional anual de nuestro Club *SpainRocketry*, el **S.R.M.-2018** previsto del 7 al 9 de setiembre de 2018 me dispuse al intento de Certificación L3 de Tripoli Rocketry Association.

El viernes día 7 llegamos aproximadamente a medio día a Aerocinca, mi mujer Charo, mi hijo Gonzalo y yo con el coche lleno a tope con las 4 secciones del modelo SM RIM-67A y todo lo necesario, Al no tener suficiente espacio disponible en el automóvil, tuvimos que usar un maletero de techo (que me proporcionó mi hijo).



El modelo es básicamente *custom* escalado del missile del mismo nombre pero adaptando sus medidas al material disponible, proveniente de LOC Precision, y sobre todo para garantizar la máxima estabilidad aerodinámica.

Dicho día lo dedicamos a revisar el estado de las piezas después del viaje y pre-ensamblar la Sección 1 motriz con la Sección 2, que conforman la mitad inferior del modelo, y que junto con la Bahía Electrónica y el resto de la partes del modelo guardamos en el contenedor que habitualmente dispone la organización para almacenar material de un día para otro.

El sábado 8 ya con la presencia del TAP Josep María Garrell nos dispusimos al montaje del modelo siguiendo los pasos de la Lista de Verificación (Check List) empezando por la Bahía electrónica que ya tenía pre-instalados los 2 altímetros, un Buzzer acústico conectado a uno de los altímetros para señalización en caída y las cargas necesarias para la eyección del Drogue y de los 3 paracaídas Main's previstos.

Una vez incorporado un dispositivo de localización GPS, colocadas las baterías y verificado en un primer momento el funcionamiento de toda la electrónica, procedemos al ensamblaje de todo el modelo incluidas dos cámaras de vídeo abordo: una enfocando hacia el suelo destinada a grabar el despliegue del Drogue así como el campo de vuelo y la otra hacia la parte delantera destinada a grabar el despliegue de los 3 paracaídas principales.

Con la colaboración de dos jóvenes coheteros (Albert y Dani) se traslada el modelo a presencia del LCO y RSO en las proximidades del PAD para proceder a su verificación y lanzamiento.



Foto de Romuald Coutenceau

Y una vez hechas todas las verificaciones se procedió al Lanzamiento: 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, GO ...

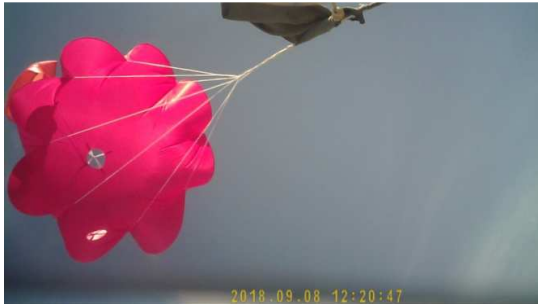


Foto de Iban Pérez

Con un estruendo típico de los motores Blue Thunder y su característico color azulado realiza una trepada majestuosa quemando el motor durante sus 3 segundos alcanzando Mach 0.65 <> 789 Km/h y continuando un perfecto vuelo vertical inercial hasta alcanzar el Apogeo a 1.617 metros en 18,7 sg de trepada en total. Eyecta automáticamente el paracaídas Drogue y comienza un descenso durante 96 sg a 14,5 m/s hasta los 250 m de altitud donde según lo programado eyecta los paracaídas principales que reducen la velocidad de caída hasta unos 5,5 m/s (unos 20 km/h) llegando 36 sg mas tarde al suelo siendo verificada su integridad por el TAP presente D. Josep Maria Garrell que posteriormente procedió a la firma del certificado L3, así como el RSO del encuentro y Prefecto del Club D. José Luis Cortijos.



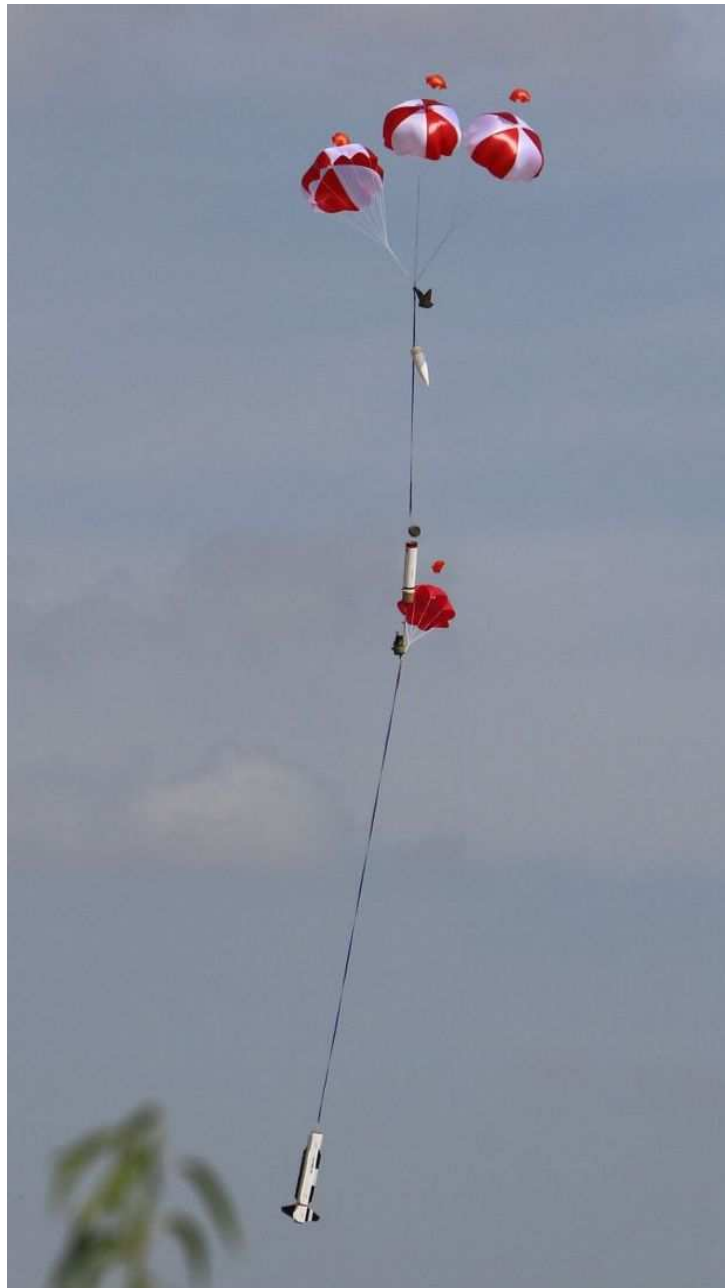
APOGEO: 1.617 m (5,305 ft)



Despliegue del paracaídas Drogue (Fotogramas cámara abordo inferior)



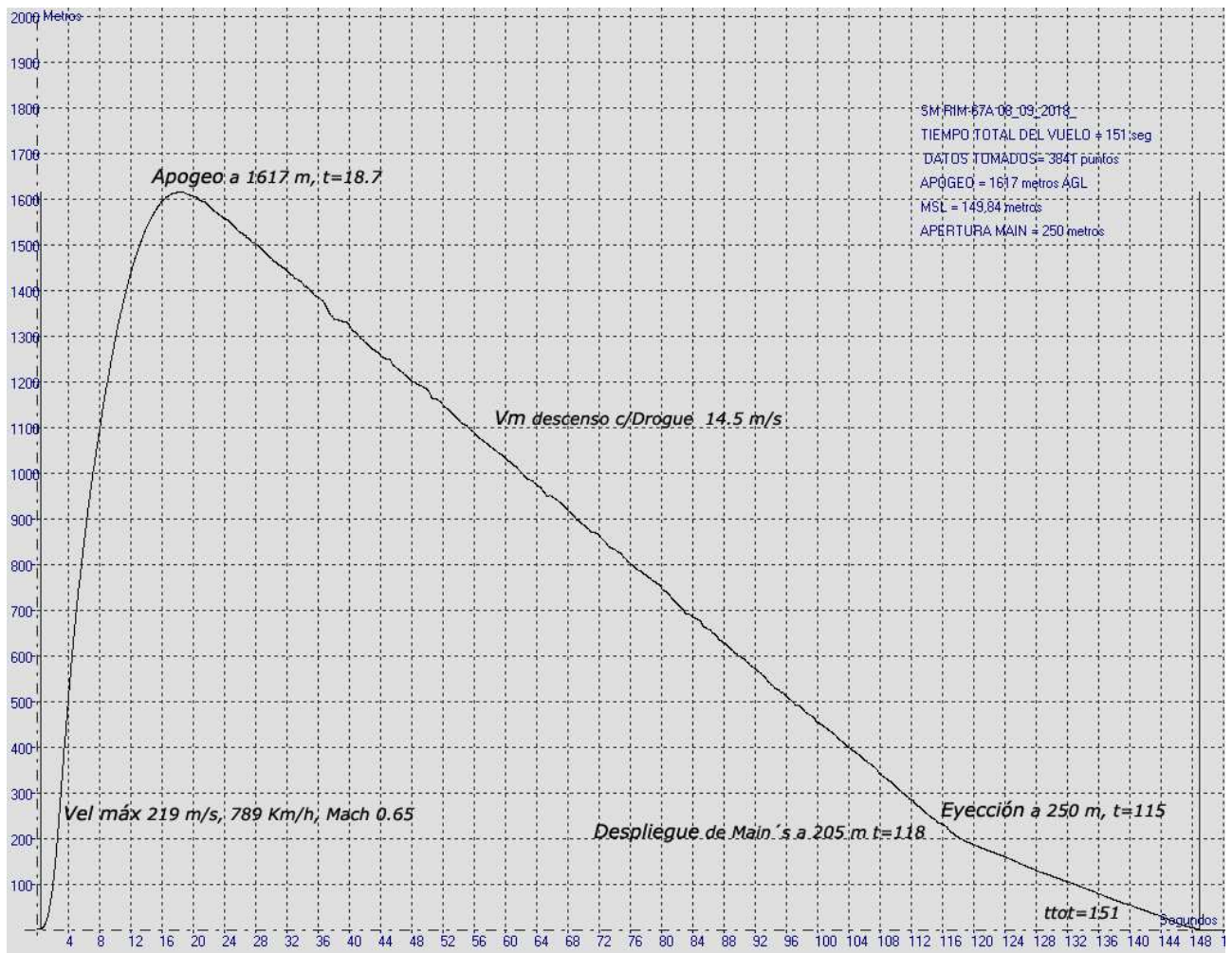
Descenso con el Drogue y posterior inicio de eyección de los Main's (fotos de Alejandro Amor)



Aterrizando: Todos los paracaídas desplegados con sus respectivos paracaídas piloto.



Fotos de Romuald



Gráfica real del vuelo registrada por el Altímetro 2, un SRAIt de M. Morales

18.- Agradecimientos

Son tantos a los que tengo que agradecer, de unos su apoyo, de otros sus enseñanzas y de otros su ayuda y colaboración tanto en la preparación del modelo como en el traslado a rampa y su Lanzamiento, así como por la gran cantidad de material fotográfico que me han proporcionado de excelente calidad, que temo relacionarlos porque seguro que alguno se me pasará. Si es así perdón.

En principio a todos los Integrantes del Club *SpainRocketry*, especialmente a su Prefecto y RSO del encuentro *José Luis Cortijos*, a *Jaume Solé* como LCO, así como a los TAP del mismo que me han asesorado en todo momento desde el inicio del proyecto, *Paolo Basso* (aunque luego no pudo asistir al Lanzamiento), a *Josep María Garrell* revisando todos los detalles, así como a *José Luis Sánchez* el veterano y primer L3 del Club.

A *Manuel Morales* por sus consejos, su altímetro SRAIt su solución Buzzer y su colaboración con el montaje en el campo.

A *Albert Garrell*, *Dani* y *Paco Romero* como “porteadores” del modelo a rampa y PAD Managers así como *David Sariñena* y el propio *Josep María*.

A *Gonzalo Ignoto*, *Rosario Nicolás*, *Alejandro Amor*, *Iban Pérez*, *Romuald Coutenceau*, *Paco Romero*, *Josep María* ... por el material fotográfico.

A *Joaquim Gaya Beltran (actual L3)* amigo y veterano compañero desde los tiempos de Competición CIAM-FAI, cuando junto a *Alberto Marina Alonso* y siendo Jefe de Equipo *Ángel Infante Moratilla* conseguimos una Medalla de Oro por equipos y yo una individual, en la categoría S3A en el WSMC-1980 de Modelismo Espacial en Lakehurst, NJ USA. (ver capítulo 2.1), en quién me he inspirado para esta etapa siguiendo sus pasos en el Modelismo Espacial de Alta Potencia, desde 2011.

A mi amigo y compañero *Jesús Manuel Recuenco Andrés* quien me localizó a través de Internet en 2011 invitándome a reunirme con el grupo del área de Madrid, del cual es el Representante del Club, y darme la oportunidad de reencontrarme con el M. E., en esta ocasión en la faceta más alta, la de Alta Potencia H:P.R.

Y por último a mi familia: *Rosario Nicolás (Charo)* mi abnegada esposa, a mis hijos *Alberto, Marimar y Gonzalo* por su apoyo e interés.

A este último especialmente en esta ocasión por acompañarme (*y conducir el 90 % del tiempo*), por proveerme del arcón maletero para el coche y montarlo, por aportarme la idea y apoyo informático al sistema de localización del modelo y además por actuar como ayudante y cámara durante todo el encuentro.

En fin, lo dicho antes, también a todos los que no habré mencionado mi agradecimiento.

Luis Ignoto Ledo, TRA #14608 – L3 (actualmente)

Octubre, 2018

