

UN VIEJO GUERRERO

Historia y Detalles Técnicos de un Sistema poco Conocido

Segunda parte

Por: Eduardo Julio Rodi

En la primer parte de esta historia, además de realizar una pequeña reseña del sistema calibre 11,35 x 62 mm Madsen y de los aviones Curtiss, sobre los cuales montadas ingresaron a nuestro país, comencé a describir el arma y parte de su funcionamiento. Analicé las razones por las cuales este conjunto de origen vikingo, terminó cumpliendo funciones en la pampa húmeda del sur de nuestro continente. También les mostré imágenes del avión y las diferentes ubicaciones que ocuparon arma y munición.

En este segundo capítulo, terminaran por conocer en detalle esta ametralladora, su desempeño, las partes fundamentales que la caracterizan y también la munición que disparaba. Respecto de ésta última me ocuparé de la que se suministró originalmente, y que fuera fabricada por la Eley-Kynoch, de la Imperial Chemical Industries Limited. Y también de la producida en nuestro país, por la Fábrica Argentina Militar de Municiones para Armas Portátiles Puerto Borghi. Estas empresas fueron las únicas de las que se tiene evidencias que la hayan elaborado en forma seriada

Para retomar el tema les brindaré, en la tabla que sigue, las principales características técnicas de esta ametralladora.

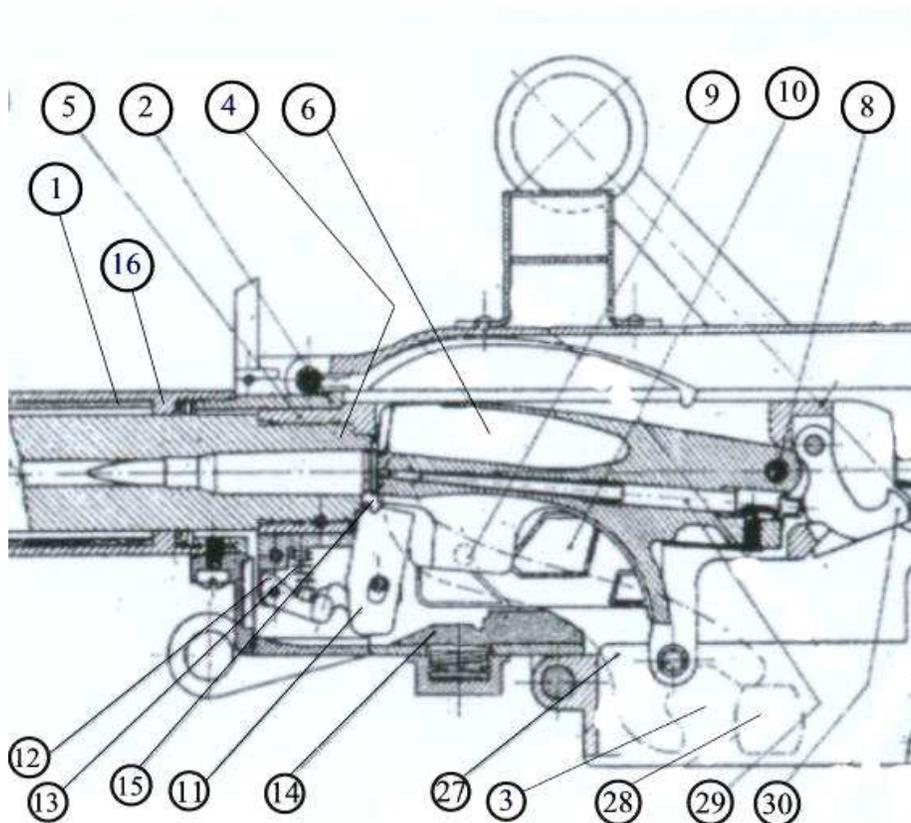
Longitud Total	1280 mm
Ancho	120 mm
Longitud del canon	750 mm
Número de estrías	6
Profundidad de las estrías	0,225 mm
Ancho de las rayas	3,5 mm
Retroceso	80 Kg
Peso del arma	10,5 Kg
Peso de 100 cartuchos	4,8 Kg
Peso de 100 eslabones	0,6 Kg
Cadencia de disparo	900 a 1050 disparos / minuto

Respecto de la descripción de su funcionamiento, como ya les había comentado el cañón del arma (4), junto con el cuerpo (5) que involucra al bloque de cierre (6), constituyen la parte móvil. Mientras que la envuelta (1), el cajón de mecanismos (2), el sistema cargador y la armadura (3) con los mecanismos de disparo, retroceso y recuperación, son la parte fija. La unión entre las partes fijas y móviles la establece la palanca de recuperación (7).

Continuando con la descripción del accionamiento, veamos en primer lugar el funcionamiento del bloque de cierre. Esta pieza, compleja en su construcción e identificada con la referencia 6, se encuentra perforada transversalmente en la zona posterior superior

para permitir el pasaje de un fiador, referencia 8, respecto del cual realizará un giro en el sentido vertical. Más adelante, el bloque de cierre se extiende hacia la base de una zona de menor sección donde se encuentra el tetón identificado con la referencia 9. Este se desliza sobre la guía de cierre referencia 10, ubicada en el costado derecho del cajón de mecanismo referencia 2. En la zona interior de la guía de cierre, existen unos prismas que cumplen la función de dirigir el movimiento del tetón referencia 9 de tal manera, que la parte anterior del bloque del cierre, referencia 6, durante el retroceso y recuperación de la parte móvil, se mueve hacia arriba y hacia abajo respectivamente.

El mecanismo de eyección de las vainas servidas, un ingenio sumamente complejo, esta compuesto de un extractor (11), una palanca del extractor (12), con su resorte (13), ubicados todos en el cuerpo fijado al cañón (5) y el bloque de eyección (14), colocado en la zona inferior del cajón de mecanismo (2).



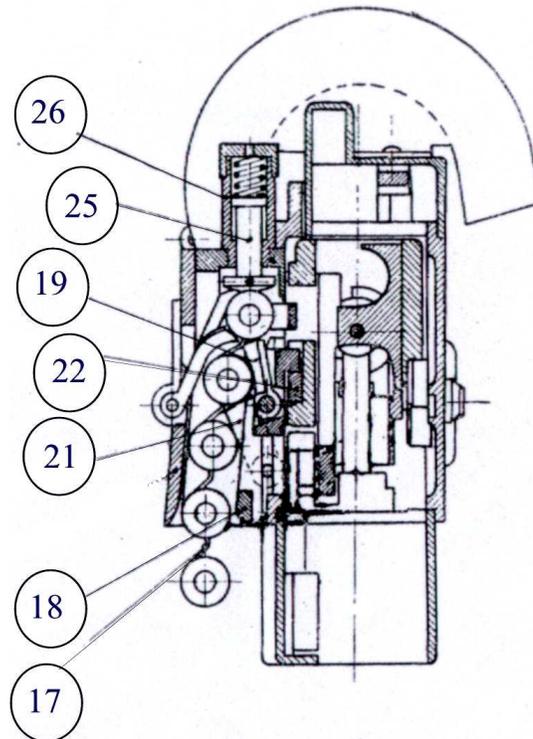
En la figura un corte del cajón de mecanismos de la Madsen, donde se pueden apreciar los elementos que constituyen el sistema de funcionamiento

Al retroceder la parte móvil, el extractor se desliza hacia arriba logrando de esta manera que el diente del extractor (15) se aloje en la pestaña de la vaina servida. Al comenzar el recorrido hacia atrás de la parte móvil, en la cual está incluido el sistema de extracción, el extractor (11) entra en contacto con el plano inclinado del bloque de eyección (14) pivotando hacia atrás solidariamente con el diente del extractor (15), quién produce la eyección de la vaina. En ese instante, la parte anterior del bloque de cierre (6) está

levantada. La vaina eyectada sigue la dirección del bloque de cierre (6), parte posterior inferior y sale por el botador practicado en el fondo de la armadura (3), donde cae en el canal de salida de las vainas. Durante la parte final del ciclo del movimiento hacia delante de la parte móvil, el extractor (11) vuelve a su posición vertical.

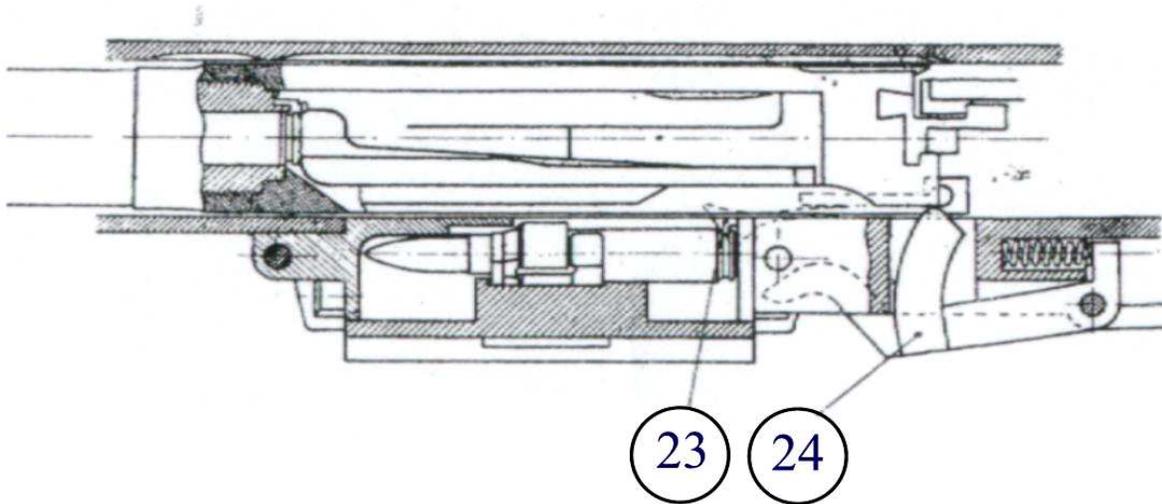


En la fotografía, la parte móvil (cañón y bloque de cierre) donde se puede apreciar el sistema de extracción, el extractor (11), la palanca (12) y el resorte (13).



En la figura, un corte transversal del arma mostrando parte del sistema de alimentación.

Como ya les mencioné, la alimentación se producía gracias a una banda metálica formada por los eslabones (17) que se encadenaban entre sí por medio de los cartuchos, formando una cinta. Esta banda se encontraba plegada dentro de una caja, ubicada debajo del arma, de donde parte el embudo de alimentación (18), que está ubicado en el costado izquierdo del cajón de mecanismos. En su interior se encuentra un elevador (19) accionado por un resorte y colocado sobre un deslizador con movimiento vertical. Cuando este se desplaza hacia abajo, el elevador se posiciona en la parte inferior del primer cartucho presentado por la banda, y lo eleva junto con él al desplazarse el deslizador hacia arriba. Cuando el cartucho asciende, dos trinquetes accionados por resortes se posicionan por debajo del cartucho que continúa en la banda evitando que ésta descienda. La elevación del cartucho tiene lugar en el momento de recuperación del arma.

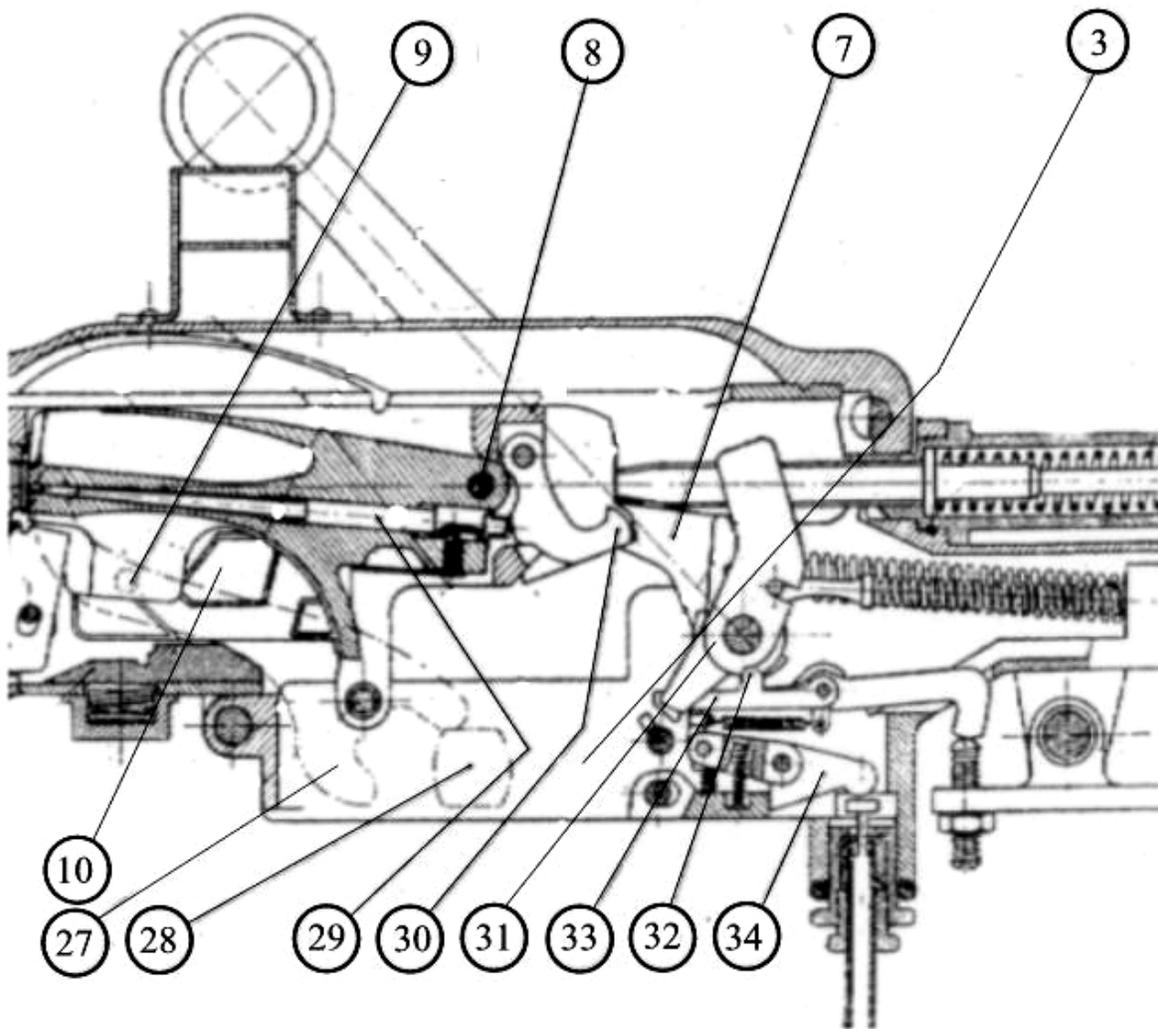


El extractor del cartucho (23), que está colocado en el costado izquierdo del cuerpo fijado al cañón (5), toma al cartucho por el culote cuando el mecanismo está en su posición anterior y lo extrae de la banda durante su retroceso.

Durante la última parte del movimiento de retroceso, un tetón fijado sobre el extractor (23) se aloja debajo de la pared del cajón de mecanismo (2), de tal manera que el gancho del extractor deja liberado al cartucho.

Mientras transcurre el movimiento hacia atrás, el cartucho se posiciona por debajo del distribuidor (24) formado por una palanca de tres brazos ubicada en el costado izquierdo del cajón de mecanismos. Un pestillo (25), deslizante en el interior de una caja ubicada en la parte superior del embudo de alimentación, presiona el costado anterior de la vaina cuando el cartucho se encuentra casi completamente hacia atrás. Esto favorece la introducción de la punta de la bala.

Seguidamente comienza el movimiento hacia delante de la parte móvil. En esta acción, el cartucho es llevado hacia la recámara mediante la palanca transportadora (27).



En la figura el mismo corte del cajón de mecanismos que ya vimos, pero centrado en este caso en el sistema de percusión.

El bloque de cierre se encuentra atravesado por un alojamiento que albergará al percutor (29), y que sobresale respecto de la superficie posterior del bloque de cierre.

En el cuerpo fijado al cañón (5), se encuentra montado el yunque de percusión (30) que se apoya con su parte anterior en el percutor. El martillo de percusión (31) choca contra la cola del yunque de percusión. Con el retroceso de la parte móvil, el martillo de percusión se arma y el resalto (32) engrana en el rebaje del martillo.

Cuando se presiona el brazo posterior del disparador (34) el martillo se encuentra libre y choca con el yunque de percusión, que a su vez transmite el golpe al percutor.



Hasta aquí los detalles de una parte del sistema arma cartucho. A partir de ahora me ocupare de radiografiar el cartucho el cual, como ya les comenté, fuera fabricado únicamente por el Reino Unido y por nuestro país.

El Cartucho 11.35 x 62 mm Madsen

Las armas con las cuales vinieron dotados los aviones Curtiss, traían munición original de una empresa inglesa muy reconocida mundialmente. En esa oportunidad las versiones suministradas estaban cargadas con puntas del tipo común o de guerra, perforante y trazante en las variantes luminosa y humosa. Las características principales del cartucho se encontraban establecidas en la “Especificación de Suministro de cartucho Madsen de 11,35 mm con Projectiles de Guerra y Apéndice para las Balas Perforante y Trazadoras”, documento n° 579.S fechado en Birmingham en marzo de 1937. Esta especificación fue elaborada por la Imperial Chemical Industries Metals Limited. de la cual formaba parte la Kynoch Works Witton.

En ellas, se establecía la materia prima utilizada para fabricar las vainas. En este caso se trataba de latón 70/30 (70 % de cobre y 30 % de zinc). Con el mismo material se fabricaban las copitas para las cápsulas iniciadoras. Estas, del tipo Berdan, todavía se cargaban con fulminato de mercurio según la siguiente composición:

Clorato de potasio	41 %
Sulfuro de antimonio	31 %
Fulminato de mercurio	28 %

Las balas o puntas, se elaboraban a partir de una camisa de acero con revestimiento de una aleación cobre y níquel. Poseía en la versión común o guerra, un núcleo compuesto de plomo en la parte trasera y aluminio en el extremo superior.

Respecto de las características balísticas, se establecían los valores de velocidad inicial para una serie de diez disparos con la ametralladora Madsen (largo de tubo de 750 mm), colocando las pantallas a 50 metros de la boca del arma. Los valores esperados del promedio de la serie eran de 825 m/seg con una tolerancia de 10 m/seg en más y en menos. Para el caso de la presión, se utilizaba el método Crusher (taco de cobre) empleando, en

este caso, una serie de cinco disparos. Esperándose un promedio que no exceda los 2 700 kg/cm² con valores individuales que no superen los 2 850 kg/cm².



En la foto se puede apreciar una imagen comparativa. En primer lugar de izquierda a derecha, encontramos el cartucho 11,35 x 62 mm. A continuación nuestro clásico 7,65 x 54 mm. Luego el 7,62 x 51 mm y por último el 5,56 x 45 mm.

Para el caso de la versión perforante, la bala estaba constituida por una camisa de acero recubierta de una aleación cobre y níquel, un núcleo de acero templado y una cofia de plomo.

De una serie de diez disparos y colocando una chapa de acero de blindaje de 10 mm de espesor, con una dureza Brinel no inferior a los 450 puntos, utilizada como blanco a los 91,4 metros (100 yardas), se esperaba que al menos ocho proyectiles la atravesaran.

La versión trazante, definida en la especificación de suministro de I.C.I. para el gobierno Argentino, establecía un ensayo de concordancia con munición de guerra o común simultáneamente con el ensayo de trazo visible. De una serie de veinte disparos a una distancia de 549 metros (600 yardas), alternando con veinte cartuchos normales, las balas trazadoras se tirarían sobre un blanco y las ordinarias sobre otro en el mismo plano horizontal sin cambiar la elevación. Dieciocho de las balas trazantes deberían estar comprendidas dentro de un círculo de 1520 mm (cinco pies) de diámetro. El punto medio de los impactos de las balas trazantes, no deberá distanciarse a más de 610 mm arriba o abajo del punto medio de los impactos de las balas comunes o de guerra. Diecisiete de las balas trazantes deberán lucir un trazo claro durante toda la trayectoria.



En la foto una imagen del grabado del culote de una vaina fabricada por la Kynoch, en este caso del año 1938. Pueden apreciar el tipo de engastado o crimp que se le realizó sobre la junta anular entre cápsula iniciadora y vaina.

El único año de fabricación de estos cartuchos, que se conoce hayan ingresado a nuestro país, coincide con la fecha de ingreso de los aviones. Recordemos que las treinta máquinas adquiridas, como les comentara en la primer nota de esta historia, llegaron al país entre el 29 de noviembre y el 30 de diciembre del año 1938

A partir de estas especificaciones que les acabo de resumir y los ejemplares de cartuchos que vinieron con los aviones, la Fábrica Argentina Militar de Municiones para Armas Portátiles Puerto Borghi antecedente institucional de la actual Fábrica Militar “Fray Luis Beltrán”, ubicada en la ciudad homónima de la provincia de Santa Fe, comenzó el desarrollo y las tareas de implementación de la manufactura de esta munición. Todo esto a pedido de la entonces Dirección General de Material Aeronáutico.

Según consta en las evidencias objetivas con las que cuento, esta munición se elaboró durante el año 1940 y desde 1944 hasta 1947 inclusive. También establecen que entre los años 1946 y 1947, se fabricaron vainas y balas para cargar un millón doscientos cincuenta y ocho mil cartuchos. Además, que por resolución del Ministro de Guerra de la Nación, con fecha 20 de octubre de 1947, con expediente “S” 18/47 Cde. 119 se daba por cumplido el compromiso de entrega de esta munición, con una cantidad de un millón de cartuchos. Teniendo en cuenta las fechas de la documentación con la que cuento, las dos cantidades mencionadas son acumulativas, por lo que se puede concluir en que, al menos, se han fabricado componentes para dos millones doscientos cincuenta y ocho mil cartuchos. En nuestro país se produjo la versión de guerra, también denominada común u ordinaria y una de ejercicio que poseía toda su superficie niquelada y la cápsula percutada.



En la foto una bala seccionada mostrando, sobre la derecha, el interior de la camisa y sobre la izquierda, la camisa conteniendo los dos núcleos mencionados.

La bala estaba constituida por una camisa de latón (también se la construyo partiendo de acero con recubrimiento de cobre y níquel). Esta cubría parcialmente al núcleo compuesto con una parte de aluminio, hacia el extremo superior, con un taco de plomo hacia la zona del culote. Con este artilugio se lograba ubicar el centro de gravedad en el parte posterior del proyectil, buscando una mayor estabilidad en el vuelo.

La vaina con alojamiento para una cápsula del tipo Berdan, se elaboró a partir de un latón 70/30 (70 % de cobre y 30 % de zinc).

En la foto se aprecian las dos partes de una vaina seccionada, colocadas a cada lado de un cartucho. Se observa el yunque del sistema de iniciación elegido por los técnicos de Puerto Borghi. También los indicios del ataque al latón por parte de los componentes nitrosos de la pólvora.



Respecto de la pólvora, se utilizó fundamentalmente la denominada A 1 de producción normal, por aquellos años, de la Fábrica Militar “Villa María”. Este propelente del tipo monobásico con nitrocelulosa, era el empleado para cargar el cartucho 7,65 x 54 mm de producción masiva, teniendo en cuenta que el Mauser era el arma de ordenanza de nuestras Fuerzas Armadas. En razón de que con esta pólvora no se lograba el trabajo suficiente, sin superar los límites de presión del sistema, como para impulsar el proyectil a una velocidad de 825 m/seg, a cincuenta metros de la boca de la ametralladora, también se realizaron ensayos en laboratorio con pólvora A 21. No me consta que se hayan cargado cartuchos, en producción seriada, con este tipo de material.

Para conocer con mayor detalle el desempeño de este producto, en razón de que no contamos con los datos de la tabla de tiro empleada por aquellos años, recurriremos al método de cálculo más empleado en lo referente a balística exterior y en lo personal, el que me ha brindado mayores satisfacciones, a pesar de las limitaciones particulares que tiene. Me estoy refiriendo al método creado por el General Mayor Francesco Siacci (20/04/1839-31/05/1907).

Matemático italiano egresado de la Universidad de Roma con honores en el año 1 860, ingresando luego al ejército italiano en el año 1 866 donde participa de la tercera guerra de la independencia de Italia. Es considerado como uno de los padres de la balística moderna. El método Siacci, es el que estamos empleando en la Unidad de Balística Exterior del Curso Experto en Armamento de la Universidad Tecnológica Nacional que se dicta tanto en la Facultad Regional Avellaneda como en la Zona Litoral, en la Fábrica Militar “Fray Luis Beltrán “.



En la foto, uno de los padres de la Balística, el General Mayor del ejército italiano Francesco Siacci.

Siacci ha tomado como base los conocimientos que hasta ese momento se tenía de la balística y en particular de lo que se conocía como coeficiente balístico.

Cuando un proyectil se mueve en la atmósfera, toda su geometría experimenta reacciones de ese medio. Ellas dependerán de las dimensiones, forma, velocidad y dirección del móvil, y se traducen en discontinuidades en la evolución de la velocidad (ondas Mach). El conjunto de esas reacciones constituyen lo que se conoce como "resistencia del aire". Los efectos de esta resistencia sobre el proyectil, se manifiestan como alteraciones de su trayectoria ideal modificando su movimiento y retardando su marcha, reduciendo con ello su energía cinética. El estudio de la resistencia del aire plasmado en modelos matemáticos, fue desarrollado por innumerables científicos entre los que se pueden mencionar a Newton, quien en 1607 fue de los pioneros en presentar leyes teóricas al respecto, Vallier, Ingalls, Sparre entre otros. De sus trabajos se ha concluido en cuatro enunciados básicos, a saber

- Para un determinado proyectil y velocidad, la resistencia del aire es proporcional a su densidad (δ)
- Con proyectiles de igual forma y calibre distinto, en un mismo medio, la resistencia es proporcional a la sección $\pi \cdot d^2/4$.
- Para proyectiles de igual masa y calibre, pero de forma exterior diferente, la resistencia es proporcional al llamado coeficiente de forma "i".
- Para cualquier proyectil, la resistencia del aire es proporcional a una cierta función de la velocidad "f(v)".

Estas cuatro leyes se pueden expresar con el siguiente modelo matemático

$$R = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \delta \cdot i}{4} f(v)$$

Si denominamos con "m" a la masa del proyectil, la aceleración negativa "J" podemos despejarla de la siguiente igualdad

$$R = m \cdot J \quad \implies \quad J = \frac{R}{m} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \delta \cdot i \cdot g}{4 \cdot P} f(v)$$

Si ahora decimos que

$$F(v) = \frac{\pi \cdot g}{4} f(v) \quad \text{reemplazando en la}$$

ecuación anterior, nos queda

$$J = \frac{F(v)}{\frac{P}{i \cdot \delta \cdot d^2}} = \frac{F(v)}{c}$$

Siendo $c = \frac{P}{i \cdot \delta \cdot d^2}$ coeficiente balístico

Otro término importante, que se encuentra comprendido dentro de la ecuación que define a c , es el coeficiente balístico natural también conocido como densidad seccional. Este es

$$C = \frac{P}{d^2}$$

El cual expresa la influencia del calibre y el peso del proyectil, en la retardación. Cuanto mayor sea este valor, mayor será la capacidad del proyectil en conservar su velocidad.

Para comenzar el cálculo de la tabla de tiro, debemos conocer las variables definidas en la bala del cartucho calibre 11,35 x 62 mm. Del plano original de la Fábrica Argentina Militar de Municiones para Armas Portátiles Puerto Borghi obtenemos los siguientes datos:

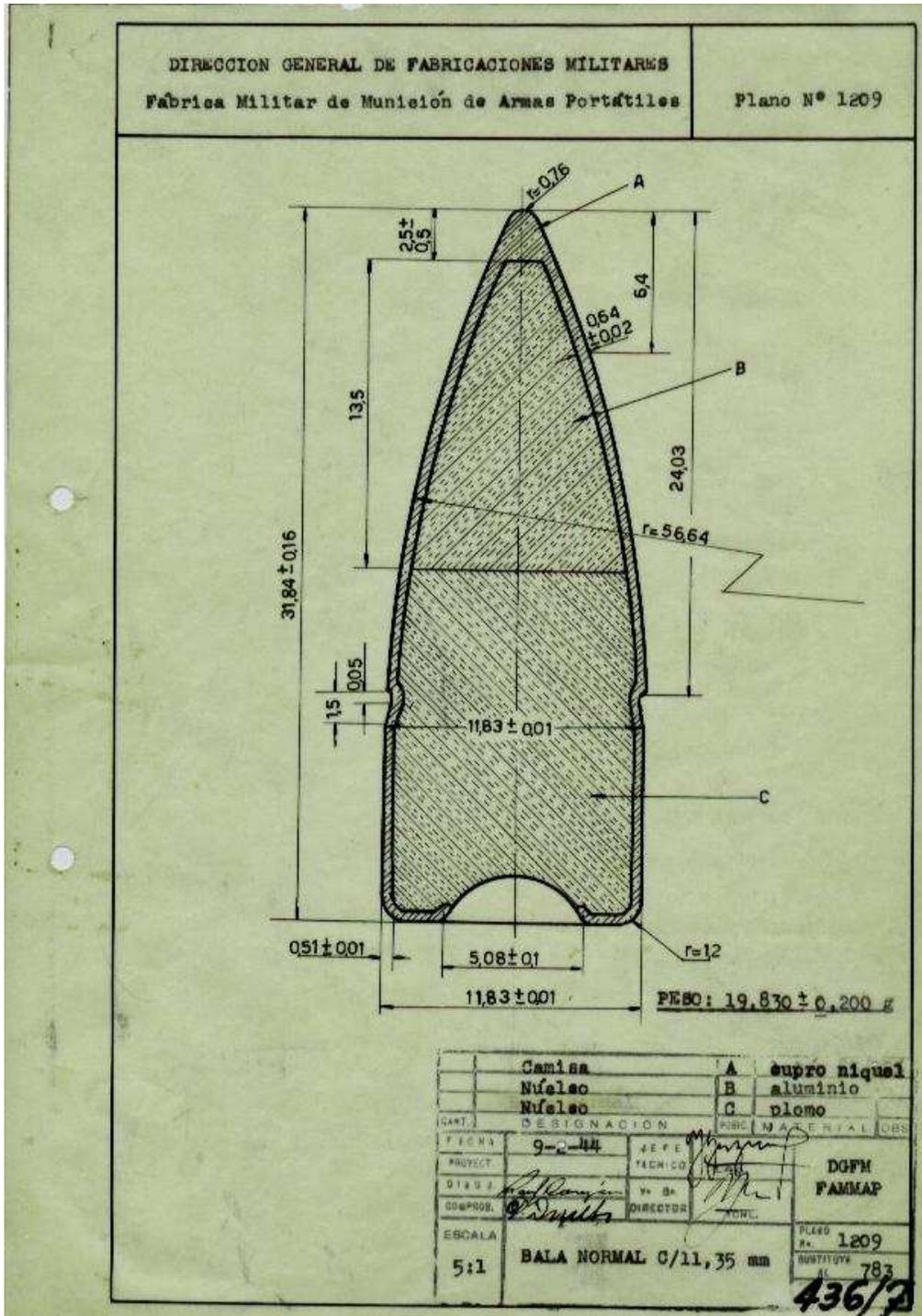
MASA :	0,01983	Kg
RADIO DE OJIVA:	0,05664	M
LONGITUD DE OJIVA:	0,02403	M
DIAMETRO:	0,01183	M

Conocidos estos datos definiremos otra ecuación

$$n = \frac{\text{radio de ojiva}}{\text{diámetro}}$$

y también

$$i = \frac{3000 \sqrt{4(n-1)}}{2n\sqrt{5}}$$



Plano original sobre la base del cual se fabricaron las puntas en nuestro país

DATOS DEL CARTUCHO		
Vo Mín.:	862	M/seg
Vo Máx.:	882	M/seg
Vo:	872	M/seg

Aplicando las ecuaciones

n =	4,7878
i =	596,9277
c =	0,23737

Sobre la base de estos valores, la conocida ecuación de la energía cinética y las tablas de Siacci obtenemos los siguientes valores

Distancia	Velocidades	Energías
[m]	Remanentes	Remanentes
	[m/seg]	[kg.m]
0	872,00	768,79
10	861,27	749,98
20	850,64	731,58
30	840,10	713,57
40	829,57	695,79
50	819,15	678,43
60	808,81	661,40
70	798,43	644,54
80	788,12	628,00
90	777,91	611,83
100	767,80	596,03
110	757,69	580,44
120	747,68	565,20
130	737,77	550,32
140	727,86	535,64
150	717,98	521,18
175	693,75	486,61
200	670,26	454,21
225	647,09	423,35
250	624,56	394,39
275	602,54	367,07
300	581,17	341,49
325	560,41	317,53
350	540,30	295,15
375	520,79	274,22
400	502,10	254,88
425	483,99	236,84

Recordemos que la energía cinética esta dada por la siguiente ecuación:

$E_c = \frac{1}{2} m \cdot V_o^2$ donde m es la masa del proyectil y V_o es su velocidad inicial.

El método nos permite calcular también las caídas de la trayectoria, de las cuales les daré a conocer las correspondientes en cm hasta los cien metros de la boca del arma.

Distancia [m]	0°	0,0036665°	0,0075148°	0,0113632°	0,015251°	0,0192398°
10	-0,00063994	0	0,000672	0,00134332	0,00202202	0,00271805
20	-0,00262319	-0,00134332	0	0,00134332	0,00270073	0,00409279
30	-0,00594977	-0,00402996	-0,002015	0	0,00203611	0,00412421
40	-0,01064783	-0,00808809	-0,005401	-0,00271481	0	0,00278413
50	-0,01678995	-0,01359027	-0,010232	-0,00687368	-0,00348016	0
60	-0,02442402	-0,02058441	-0,016554	-0,01252449	-0,00845227	-0,00427608
70	-0,03350197	-0,02902242	-0,024321	-0,01961918	-0,01486826	-0,00999604
80	-0,04415448	-0,03903499	-0,033662	-0,02828843	-0,02285881	-0,01729055
90	-0,05634346	-0,05058404	-0,044539	-0,03849416	-0,03238584	-0,02612154
100	-0,07022692	-0,06382756	-0,057111	-0,05039437	-0,04360734	-0,03664702

0,0233232°	0,0274217°	0,0316233°	0,0358693°	0,0402370°
0,00343073	0,00414606	0,00487937	0,00562045	0,00638276
0,00551815	0,0069488	0,00841543	0,00989758	0,01142219
0,00626224	0,00840822	0,01060816	0,01283139	0,01511831
0,00563485	0,00849615	0,01142941	0,0143937	0,01744294
0,0035634	0,00714003	0,01080659	0,01451197	0,01832351
0	0,00429195	0,00869184	0,01313828	0,01771213
-0,00500728	0	0,0051332	0,01032072	0,01565687
-0,01158911	-0,00586651	0	0,0059286	0,01202706
-0,01970743	-0,0132695	-0,00666967	0	0,00686077
-0,02952022	-0,02236696	-0,01503383	-0,00762308	0

Hasta aquí he tratado de describirles un sistema poco conocido en nuestro país y en el mundo, con una historia muy particular. Historia que sin duda está relacionada con el desarrollo de nuestra Aviación Militar y la producción de municiones buscando la sustitución del material importado. En éste, como en tanto otros casos, ha quedado demostrado la capacidad técnica de nuestra gente en ese sentido. Y de todo de lo que seríamos capaces si nos hubiesen dejado ser, con un proyecto de Producción para la Defensa serio y consustanciado con los ideales de aquellos que pensaron en que era posible la soberanía en el campo que nos ocupa y apasiona.

Por ahora me despido de todos ustedes hasta que otro tema nos convoque a través de nuestra revista, agradeciéndoles como siempre el compartir a la distancia esta relación lector-escritor. Y esperando que este relato haya satisfecho todas las expectativas que tenían cuando comenzaron su lectura.

El autor agradece a Raúl Leone, Diego Cabestrero (fotos), Horacio Toma, Alberto Spárvoli y Enrique Dick la colaboración prestada en el desarrollo de este artículo.