

# Análisis funcional de las puntas de proyectil líticas de sitios del sudeste de la isla grande de Tierra del Fuego

Autor:  
Ratto, Norma

Revist-  
Arqueología

1991, 1, 151-178



Artículo

# **ANALISIS FUNCIONAL DE LAS PUNTAS DE PROYECTIL LITICAS DE SITIOS DEL SUDESTE DE LA ISLA GRANDE DE TIERRA DEL FUEGO**

**NORMA RATTO**

La tarea que se está desarrollando tiene como objetivo principal el análisis de la funcionalidad de las puntas de proyectil líticas manufacturadas por artesanos del sistema socio- económico del sudeste de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

El trabajo se inserta como un objetivo parcial, dentro del objetivo general, planteado en las investigaciones en curso, que consiste en comparar la manufactura y diseño de los conjuntos artefactuales líticos, en especial puntas de proyectil, utilizados en distintos ambientes de la Isla Grande: costa atlántica-estepa (sitio Punta Maria 2), estepa-bosque (sitio Rancho Donata) y costa del canal de Beagle (sitio Túnel I). Las muestras analizadas corresponden a una escala temporal tardía para el poblamiento de la isla (Borrero 1985, Lanata 1988).

En este trabajo nos limitaremos a presentar el estado actual de la investigación del análisis funcional de las puntas de proyectil líticas provenientes de distintos sitios de la localidad de Rancho Donata.

## **Metodología empleada**

El marco teórico-metodológico en el que está comprendido el trabajo en preparación, responde a la línea desarrollada y planteada en trabajos anteriores (Ratto 1989, en prensa).

Las armas (sistemas técnicos) utilizadas en la caza (arco y flecha, lanza arrojadiza, arma de mano) presentan características distintivas en cuanto a la mecánica de funcionamiento (Howard 1974, Pope 1918, Ratto 1988, Frison 1990). Por lo tanto, nos orientamos en la búsqueda de indicadores, a manera de "síntomas", plasmados en el diseño de las puntas de proyectil a fin de realizar el "diagnóstico" más probable sobre la función cumplida por el artefacto. Asumimos que todo diseño responde al objetivo, por parte del artesano, de minimizar los riesgos de fractura del proyectil. De esta forma, se prolonga la vida útil del artefacto y se asegura que cumpla eficazmente con la función para la que fue diseñado.

Respecto a los "síntomas" relevantes plasmados en el artefacto, los dividimos en las siguientes variables:

1.- **materia prima lítica:** Al respecto, uno de nuestros objetivos es conocer qué relación existió entre las propiedades físico-mecánicas de las rocas empleadas en la manufactura de puntas de proyectil y el diseño de las mismas. Por lo tanto, se procedió a realizar cortes delgados petrográficos de las distintas materias primas líticas presentes dentro del territorio de explotación del sitio arqueológico (SET) (según Bailey y Davidson 1983), independientemente de la manufactura o no de artefactos con las mismas, con objeto de determinar las distintas calidades de rocas (Kittl 1943,1945; Salinas 1982). Para ello es importante conocer las propiedades físico-mecánicas de las rocas, representadas a través de las siguientes variables: (a) tamaño de grano de la roca, (b) dureza o resistencia a la penetración, (c) tenacidad o resistencia al impacto, (d) cohesión o tipo de ligamento entre los cristales y (e) compactidad o compactación.

Los análisis petrográficos fueron realizados por el Dr. Mario Teruggi (UNLP). El informe correspondiente figura en la Tabla 1, donde constan las distintas variables contempladas, como así también, la **funcionalidad potencial** (1) otorgada a cada una de las muestras, en función de las características estructurales de las mismas.

Las propiedades físico-mecánicas detalladas en la Tabla 1 fueron establecidas siguiendo las normas empírico-cualitativas dadas por Salinas (1982). Asimismo, se tomaron como referencias empírico-cuantitativas los resultados de los ensayos físico- mecánicos de distintas rocas del territorio nacional que fueran realizados en los laboratorios de Vialidad Nacional (Kittl 1943, 1945).

2.- **funcionales:** Una vez que conocemos cuáles son las condiciones de base que ofrecen las rocas utilizadas, procedemos a realizar el análisis funcional, consistente en los siguientes pasos:

a.- estudio de variables de asignación funcional presentes en los artefactos, con el objeto de obtener información sobre el comportamiento del proyectil sometido a distintas fuerzas de impacto. En la Tabla 2 figuran las variables relevantes y los valores consignados a cada uno de los integrantes de las muestras analizadas,

b.- estudio teórico del diseño aerodinámico de los proyectiles, que

---

(1) La expresión "funcionalidad potencial" define la aptitud que tiene la materia prima para cumplir con determinadas acciones (cortar, raspar, desbastar, etc.). Dicha aptitud depende directamente de la estructura de la roca expresada a través de sus propiedades físico-mecánicas.

**nos permita inferir el papel (principal o secundario) de la punta de proyectil como integrante de un sistema técnico que se desplaza en un fluido (aire),**

**c.- estudio de la relación forma-función en especial respecto a los modos de propulsión del arma empleada.**

TABLA 1 - Propiedades físico-mecánicas de las materias primas líticas presentes en el sitio y SET del sitio RD.

MUESTRA NUMERO	CLASIFICACION ARQUEOLOGICA	CLASIFICACION PETROGRAFICA	COMPOSICION MINERAL		CARACTERISTICAS PETROGRAFICAS	TAMANO GRANO (mm)	PROP. FISICO-MECANICAS					FUNCIONALIDAD POTENCIAL
			PRINCIPAL	ACCESORIO			Pe	Bt	Ch	Co	T	
RD 1		Toba volcánica silicif.	Cuar. microlítico	Fel, Cuar	La masa de la roca es de grano muy fino, con fencristales de Fel. y Cuar. de mayor tamaño. Sin planos de debilidad	0,1 Feno=1	2,635	D	C	C	D	raspar superficie blanda y lisa; corte
RD 4	Andecita	Sin nombre específico. (volcánica Ácida)	Cuar., Fel	Micropertita	Posib. piroclástica. Devitrif. y silicif. Pasta microcristal, dispuesta eq. vieja estruct. Sin actanor	P=0,05 / 0,01 Feno= 0,2/ 0,4	2,650	D	C	C	C	corte; raspar superf. lisa y blanda.
RD 10	Basalto	Vidrio volcánico homog.	Vitreo (Si)	Calc.	En la masa vítrea presenta fencrist. de Calcita (disminuye resistencia)	acortó Feno= 0,1	2,500	C	C	C	D	corte.
RD 3	Silice negro	Limonita silicificada.	75% Cuar. microlítico. 20% Cuar.	Fel., H. alterada	Masa de Cuar. microcrist. rodeado por fencrist. de Cuar. de > tamaño. Poca estratificación (disminuye resistencia)	0,01 Feno= 0,04	2,686	C	C	C	D	corte.
RD 7	Silice verde	Basalto cuarcífero (?)	90% Cuar. Fel. Calc	Op.	Roca basáltica alterada y reemplazada por Cuar. y Calc. (disminuye resistencia)	0,02/ 0,05	2,656	D	C	C	D	corte.
RD 12		Riolita silicificada.	Cuar. microcrist.	Fel.	Roca volcánica, Base microcrist. parcial. silicif. Pocos feno de Fel. Pasta c/cortas venas de Cuar. (disminuye resist.)	Pasta: 0,01 Feno: 0,5		D	C	C	D	corte; raspar superf. blanda y lisa.
PH 10		Limonita silicificada.	75% Cuar microlit 20% Cuar	Fel., H alter.	idea. RD 3	0,01 Feno= 0,04	2,686	C	C	C	D	corte.
RD 9		Andecita nico homog.	Cuar. Fel. (Si)		Volcánica. Homogénea Silicificada, sin alterac. de los Fel (poco abundantes) Sin planos debilidad.	0,03		C	C	C	C	corte.
RD 5		Ftanita silicificada.	Cuar. microcrist.	Cuar. Fel	Totalmente silicif. c/ feno. de > tamaño La matriz fina presenta restos de la roca priest. (toba). Sin planos de debil	Pasta: 0,03 Feno: 0,3 toba: 0,7		C	C	C	C	corte; raspar superf. blanda y lisa.

Continuación TABLA 1 (sitio RANCHO DONATA)

MUESTRA NUMERO	CLASIFICACION ARQUEOLOGICA	CLASIFICACION PETROGRAFICA	COMPOSICION MINERAL		CARACTERISTICAS PETROGRAFICAS	TAMANO GRANO ( $\mu$ m)	PROP. FISICO-MECANICAS					FUNCIONALIDAD POTENCIAL
			PRINCIPAL	ACCESORIO			Pe	Dt	Ch	Co	T	
PR4 = R08		Dacita	Cuar.Fel.		Volcánica silicíf. con pasta microcrist. de Cuar.Fenocrist. de Cuar.y Fel.Es- truct.fluidal obli- ter.por silicíf.	0.1	2,629	B	C	C	C	raspar superf blanda y lisa -corte.
RD 2		Toba volcáni- ca silicífic.	Cuar. ni- crocrist. Pl.		Menos homogénea. La matriz encierra tro- zos de toba y crist. mayores. fuerte si- licíf. Estructura eutáctica (silicíf)	Pasta: 0.03		C	C	C	B	corte; raspar superf.blanda y lisa.

**REFERENCIAS TABLA 1**

Cuar: Cuarzo  
Or: Ortosa  
Fl: Fluorita  
Op: minerales opacos  
Fe: Hierro  
Fe2O3: óxido ferrico  
M: Mica  
Tur: Turmalina  
Arc: Arcilla  
Calc: Calcita  
Clr: Clorita  
Dolo: Dolomita

Zir: Zircón  
Fel: Feldspato  
Mg: Magnetita  
Si: Silice  
CO3Ca: Carbonato de Calcio  
Pir: Piroxeno  
Ppr: mineral principal  
Acc: mineral accesorio  
alter.: alterada  
debil.mecda.: debilidad mecánica  
m.m.: Muestra de mano  
Feno: Fenocristal  
P: Pasta

Pe: peso específico  
Dt: dureza teórica  
Ch: cohesión (adhesión granular)  
Co: compactación  
T: tenacidad (resistencia al impacto)  
A: escasa  
B: media  
C: elevada  
D: muy elevada

**REFERENCIAS TABLA 2:**

LINLAR = largo del limbo  
LINANC = ancho del limbo  
RODUREF = módulo de refuerzo. Cociente entre el ancho del limbo en su parte media y el espesor correspondiente.  
(también llamada "superficie de refuerzo". Ver Ratto 1989).  
ANGALET = ángulo de las aletas  
PEDULAR = largo del pedúnculo  
PEDUANC = ancho del pedúnculo  
PEDUESP = espesor del pedúnculo  
ANGAPIC = ángulo del ápice (vista plana)  
SECAPICE = sección del ápice (en su extremo superior, en contacto con la superficie a penetrar)  
PUNTALAR = largo total del proyectil  
PUNTPESO = peso real del artefacto (en el estado en que se lo recuperó arqueológicamente)  
SECTTRANS = sección transversal (Dic-iso = biconvexa simétrica; Dic-asió = biconvexa asimétrica; Pla-conv = Plano convexa)  
SINETR = simetría (Perf = Perfecta; Imperf = Imperfecta; Asimetr. (Asimétrica).

TABLE 2 = Variables funcionales de las puntas de proyectil del sitio DOMATA (VER ACLARACION NOMBRES VARIABLES EN REFERENCIAS TABLA 1).

PUNTA	MUESTRA CORTE	LIVLAR mm	LIVANC mm	NOBREF	ANGALET °	PEDULAR mm	PEDUMC mm	PEDUESP mm	ANGAPIC °	DECAPIC mm	PUNTALAR mm	PUNTIPES0 grs	SECTRANS	SINETR
2	RD3	58.40	47.10	5.09	11	5.90	17.20	2.90	44	1.80	64.30	15.00	PARALEGR	PERF.
D/6	RD7	42.70	44.80	5.27	(29)H	24.30	36.00	6.60	70	2.90	67.00	22.80	PLA-CONV	IMPERF
7/196	RD77	14.60	12.60	3.54	19	3.90	6.00	1.70	45	0.70	18.30	0.60	BIC-SIN.	PERF.
H/3	RD7	21.10	16.10	5.28	16	3.20	8.00	2.50	43	0.70	24.30	0.90	BIC-SIN.	PERF.
57	RD3	57.40	46.80	4.50	11	4.60	14.30	3.30	40	1.90	63.80	(11.00)	BIC-SIN.	PERF.
E/2	RD1	43.40	35.10	5.05	15	8.20	18.20	3.30	46	2.40	51.60	( 9.10)	PLA-CONV	PERF.
E/3	RD1	30.90	36.10	4.32	18	5.70	14.50	2.90	40	1.90	53.80	( 7.30)	BIC-SIN.	IMPERF
B/1	RD1	29.70	38.20	4.14	20	11.00	17.00	4.90	66	1.20	41.50	( 7.70)	BIC-ASIN	PERF.
C/2	RD1	53.60	41.90	8.03	8	5.50	7.50	1.90	42	ND	59.10	( 3.70)	BIC-SIN.	PERF.
G/1	RD12	18.80	18.20	2.84	(27)H	16.00	13.30	3.60	55	1.10	34.80	2.90	PLA-CONV	IMPERF
M/12	RD5	12.70	11.20	4.54	20	2.80	4.90	1.70	44	0.90	15.50	0.30	BIC-SIN.	PERF.
A/1	RD8	50.80	37.30	4.29	14	7.10	11.70	3.70	43	1.70	57.90	( 8.60)	BIC-ASIN	IMPERF
B/1	RD4	22.80	42.00	5.21	29	10.80	20.30	5.50	85	2.50	33.60	( 9.50)	BIC-ASIN	IMPERF
7	RD4	39.90	49.90	3.57	17	9.80	21.20	4.00	62	1.50	52.50	( 9.90)	BIC-ASIN	PERF.
H/4	RD4	32.80	18.40	9.10	15	4.00	4.90	2.10	45	ND	34.80	( 1.10)	BIC-SIN.	PERF.
7/183	RD4	17.90	15.00	5.10	14	3.10	4.40	1.60	66	1.10	21.00	0.70	BIC-SIN.	PERF.
14	RD4?	32.20	29.30	4.00	22	8.30	17.00	2.20	77	1.80	40.50	( 6.20)	BIC-ASIN	ASINET
I/1	S/H	36.00	40.80	5.55	22	10.50	16.30	3.10	66	0.80	46.50	8.30	PLA-CONV	PERF.
1	S/H	37.80	33.10	5.47	15	4.70	8.00	2.70	46	ND	42.80	3.50	BIC-SIN.	PERF.
H/1	S/H	31.00	32.10	5.39	15	4.90	7.80	2.70	47	1.30	77.20	3.30	BIC-SIN.	PERF.
7/23	S/H	16.60	12.20	4.90	17	2.70	4.30	1.50	35	0.90	19.30	0.50	BIC-SIN.	PERF.
3B/4	PH107	58.10	42.50	6.42	(27)H	20.10	29.80	5.60	46	ND	78.10	(14.40)	BIC-ASIN	ASINET
41	RD7	57.70	41.10	3.40	14	9.50	17.20	4.40	45	ND	67.20	(11.90)	BIC-ASIN	PERF.
C/1	RD7	56.40	37.40	4.91	14	6.30	11.50	2.50	40	ND	62.70	( 8.20)	BIC-ASIN	PERF.
3/1	RD77	65.80	48.10	5.75	13	9.10	14.30	3.20	39	ND	74.90	(12.90)	BIC-ASIN	IMPERF
H/8	RD9	22.80	18.30	6.10	12	4.00	4.40	1.90	43	ND	26.80	0.60	BIC-SIN.	PERF.

CONTINUACION TABLA 2 (Puntas de proyectil RDNATA).

PUNTA	MUESTRA CORTE	LIMLAR mm	LITANC mm	NUMREF	ANGALET °	PEDULAR mm	PEDONC mm	PEDESP mm	ANGAPIC °	SECAPIC mm	PUNTALAR mm	PONTPESO gr	SECTRAMS	SINETR
F/4	RDS	ND	ND	5.05	ND	ND	ND	ND	45	1.70	ND	ND	BIC-SIN.	PERF.
F/5	RDS	ND	ND	6.82	ND	ND	ND	ND	30	ND	ND	ND	BIC-SIN.	PERF.
F/1	RDS	ND	ND	5.41	ND	ND	ND	ND	45	ND	ND	ND	BIC-SIN.	PERF.
121F1	RDS	55.50	44.10	7.45	17	ND	ND	ND	45	ND	62.90	( 8.00)	BIC-ASIN	IMPERF
64	RDS	45.40	34.40	1.92	17	ND	ND	ND	45	ND	46.00	6.10	BIC-ASIN	ASINET
K/1	S/N	97.10	51.50	4.54	13	ND	ND	ND	33	ND	104.30	26.10	PLA-COVN	IMPERF
MUES- TRA TOTAL	X s V	39.92 19.15 47.98	33.46 12.74 38.08	5.15 1.41 27.42	17.20 5.27 30.64	7.95 5.34 67.19	13.49 7.05 50.10	3.15 1.34 42.61	49.09 12.51 25.50	1.51 0.65 43.41	49.78 21.30 42.78	( 7.65 6.45 84.29)		
GRUPO < 10 mm	X s V N	26.09 12.76 48.83 10	21.29 10.83 51.35 10	5.74 1.64 28.68 10	13.10 3.41 22.60 10	3.89 0.93 24.03 10	6.10 1.64 27.02 10	2.03 0.49 22.27 10	45.60 7.89 17.30 10	0.93 0.23 25.05 6	33.93 20.24 59.65 10	— — — —		
GRUPO > 10 mm	X s V N	43.81 14.44 32.97 16	39.79 7.89 19.83 16	4.76 0.91 19.27 16	19.92 6.36 33.58 16	10.43 3.40 51.91 16	18.11 6.47 33.73 16	3.85 1.23 31.97 16	34.00 14.92 27.64 12	1.80 0.60 33.66 12	35.67 13.65 24.52 16	— — — —		
GRUPO AERO PER- FECTA	X s V N	27.82 14.29 51.37 13	22.53 12.07 53.57 13	5.49 1.50 27.47 13	15.15 3.48 22.99 13	3.86 0.86 22.39 13	6.46 2.82 43.65 13	2.17 0.53 24.53 13	43.92 7.63 17.37 13	0.97 0.31 32.67 13	34.71 19.95 57.48 13	— — — —		
GRUPO AERO IMPER FECTA	X s V N	42.92 13.49 31.44 5	40.54 5.54 13.67 5	4.46 0.81 18.31 5	16.60 2.60 15.70 5	8.62 2.35 29.68 5	16.28 3.59 22.05 5	3.74 1.01 27.04 5	50.60 12.48 24.66 5	1.44 0.28 20.00 5	33.54 9.95 17.9 5	— — — —		
GRUPO NO AERO- DINAM	X s V N	44.71 15.10 33.76 12	38.62 8.89 23.02 12	4.84 1.53 32.04 12	20.09 6.87 34.22 12	12.20 6.43 52.78 10	19.75 8.04 40.72 10	4.06 1.47 36.22 10	54.09 15.75 29.13 10	2.00 0.52 26.03 10	37.67 15.43 27.71 12	— — — —		

REFERENCIAS:

I = MEDIA ARITMETICA s = DESVIACION STANDARD V = COEF. DE VARIACION N = NUMERO DE CASOS

GRUPO < 10mm = Puntas de proyectil pedunculadas con ancho de pedúnculo menor a 10 mm (Ver discusión preliminar).

GRUPO > 10mm = Puntas de proyectil pedunculadas con ancho de pedúnculo mayor a 10 mm (Ver discusión preliminar).

GRUPO AERODINAMICA PERFECTA, AERODINAMICA IMPERFECTA Y NO AERODINAMICAS: incluye puntas de proyectil pedunculadas y apedunculadas con y sin corte petrográficos testigos. No fueron considerados los ápices (F/1,F/4,F/5) y K/1.

ADVERTENCIA: La variable "peso de la punta de proyectil" no fue considerada porque en la tabla consta el peso real de artefacto. Por lo tanto, no es significativo comparar puntas enteras con fracturadas. El peso de éstas últimas figura con un paréntesis.



## DISCUSION PRELIMINAR

De acuerdo a las variables consideradas para realizar el análisis funcional de los cabezales líticos (ver supra), procedemos a realizar el estudio y diagnóstico de la muestra de la localidad de Rancho Donata.

### A) MATERIAS PRIMAS LITICAS:

En el CUADRO 1 brindamos la información referente a las rocas utilizadas en la localidad de Rancho Donata:

- a.- **Rocas utilizadas:** nos referimos a aquellas empleadas en la manufactura de puntas de proyectil, haciendo constar sus porcentajes de utilización respecto a una muestra total de  $N = 29$  (se consignaron tan sólo las puntas de proyectil identificadas microscópicamente a través de cortes petrográficos (ver Tablas 1 y 2).
- b.- **Propiedades físico-mecánicas:** en función de establecer la "calidad de una roca" (Kittl 1943,1945) sometida a esfuerzos de impacto o choque, son representativas las siguientes variables:
  - tamaño de grano de la roca
  - dureza (resistencia a la penetración)
  - tenacidad (resistencia al impacto)

Por lo tanto, se procedió a unir a aquellas materias primas líticas que presentaran propiedades iguales y/o similares.

La información queda resumida de la siguiente forma:

CUADRO 1

VARIABLES FISICO-MECANICAS	% UTILIZAC. DE ROCAS
	R. DONATA N=29
T. GRAND= amorfo DUREZA= elevada TENACIDAD= media	6.90
T. GRAND= < 0.05 DUREZA= elevada/muy elevada TENACIDAD= media	37.90
T. GRAND= < 0.05 DUREZA= elevada/muy elevada TENACIDAD= elevada	34.50
T. GRAND= >0.05 ≤ 0.1 DUREZA= elevada/muy elevada TENACIDAD= media	13.80
T. GRAND= >0.05 ≤ 0.1 DUREZA= muy elevada TENACIDAD= elevada	6.90
T. GRAND= > 0.1 ≤ 0.3 DUREZA= elevada TENACIDAD= media	----

## B) VARIABLES FUNCIONALES

### B1.- ATRIBUTOS MORFO-FUNCIONALES:

En la TABLA 2 (VARIABLES FUNCIONALES SITIO R.DONATA) observamos un alto porcentaje de variabilidad (C.V) para las variables ancho, largo y espesor del pedúnculo. Además, estas variables tienen directa relación en el proceso de empaque de los cabezales líticos. Asimismo, distintos estudios de colecciones de armas de caza etnográficas (Pope 1918, Thomas 1978, Ratto 1988, entre otros) establecen diferencias notorias en el ancho del pedúnculo de los cabezales líticos según el sistema técnico utilizado (flecha, lanza arrojadora, lanza de mano, etc). Por lo tanto, procedimos a dividir la muestra según su ancho del pedúnculo, de la siguiente forma: (a) < 10 mm (N=10) y (b) > 10 mm (N=16). De la muestra total (N=32), se eliminaron las puntas apedunculadas (121F1, 64, K/1) y los ápices (F/4, F/5, F/1). Por lo tanto, la muestra a analizar quedó reducida a N=26, compuesta por puntas de proyectil con y sin cortes petrográficos referenciales.

Con el objeto de conocer si podemos plantear la existencia de 2 poblaciones independientes, en cuanto al diseño de las puntas de proyectil, calculamos el test de Kruskal-Wallis estableciendo un nivel de significación de 0.05.

VARIABLE	H	Gdo. LIBERTAD	PROBABILIDAD
largo del limbo	7.656	1	5.658E-03
ancho del limbo	11.556	1	6.752E-04
módulo de refuerzo	2.336	1	0,1264
ángulo de aletas	1.225	1	0.2684
largo pedúnculo	16.469	1	4.944E-05
ancho pedúnculo	17.778	1	2.403E-05
espesor pedúnculo	15.417	1	8.619E-05
ángulo del ápice	1.056	1	0.3041
sección ápice	7.634	1	5.729E-03
largo de la punta	7.084	1	7.777E-03

La variable "peso de la punta" no fue contemplada, debido a que la muestra está compuesta por puntas fracturadas y no fracturadas. Asimismo, la estadística descriptiva de los 2 grupos definidos tentativamente figuran en la TABLA 2, bajo la siguiente identificación: GRUPO < 10 mm y GRUPO > 10 mm.

Las variables donde la hipótesis nula del test de Kruskal-Wallis es rechazada - la hipótesis del test establece que las muestras pertenecen a una misma población- son

las siguientes: (a) largo del limbo y largo total de la punta de proyectil, (b) ancho, largo y espesor del pedúnculo y (c) sección del ápice. Estas variables tienen relación con los siguientes aspectos del funcionamiento de los proyectiles:

a.- **ENMANGUE**: puntas enastiladas en astiles y/o mangos de diferentes largos y secciones transversales.

b.- **PENETRACION**: a menor superficie de contacto entre la sección del ápice del proyectil y el área a ser penetrada, menor es la fuerza necesaria a fin de lograr la penetración del blanco.

c.- **AERODINAMICA**: este aspecto del proyectil está compuesto por las siguientes variables intervinientes:

c1.- simetría de los lados de la punta de proyectil.

c2.- secciones transversales simétricas, y

c3.- superficie de contacto entre el proyectil y el fluido (aire).

En informes anteriores (Ratto 1987, 1988 ms) hemos desarrollado las características de los distintos sistemas técnicos en cuanto a los aspectos de penetración y enmangue de los cabezales enastilados. Por lo tanto, desarrollaremos el aspecto aerodinámico del diseño de las puntas de proyectil.

## **B2.- DISEÑO AERODINAMICO:**

Desde un punto de vista aerodinámico, el papel que cumple la punta de proyectil como integrante de un sistema técnico, depende de la mecánica de funcionamiento del mismo. En otras palabras, la trayectoria de vuelo de los proyectiles difiere según los medios de propulsión actuantes (Ratto 1987 ms).

Por lo tanto, nos abocamos a la tarea de clasificar a las puntas de proyectil según su aerodinámica. Para ello, debimos establecer cuáles eran las variables morfofuncionales que actuaban a manera de “síntomas” que permitieran realizar el “diagnóstico” aerodinámico.

Anteriormente mencionamos que en la aerodinamia de las puntas de proyectil intervienen las siguientes variables: (a) simetría de los lados, (b) sección transversal y (c) la superficie de contacto entre el proyectil y el fluido (aire). Por lo tanto, la clasificación realizada es la siguiente:

1.- **AERODINAMIA PERFECTA**: presentan necesariamente sección transversal biconvexa simétrica y simetría de los lados perfecta. Asimismo, admiten una subdivisión en función de la “superficie de contacto” (ver más abajo) en:

1.1.- muy aerodinámicas: con “superficie de contacto” mayor a 300 mm<sup>2</sup> y,

1.2.- aerodinamia normal: con “superficie de contacto” menor a 300 mm.

2.- AERODINAMIA IMPERFECTA: presentan las siguientes alternativas: (a) sección transversal biconvexa simétrica y simetría de los lados imperfecta y (b) sección transversal biconvexa asimétrica y simetría de los lados perfecta.

3.- NO AERODINAMICAS: presentan las siguientes opciones: (a) sección transversal plano convexa y simetría de los lados imperfecta, (b) sección transversal biconvexa asimétrica y simetría de los lados imperfecta, (c) sección transversal biconvexa asimétrica y lados asimétricos, (d) sección transversal plano convexa y simetría de lados perfecta y (e) sección transversal paralelográmica y simetría de lados perfecta.

En la TABLA 2 figuran las variables “Sección transversal” y “Simetría de los lados” para cada uno de los integrantes de la muestra analizada. La variable “Superficie de contacto” está representada a través del largo y ancho máximo del artefacto dividido 2 (superficie del triángulo - figura en la Tabla 2). Cuanto mayor es el valor de la superficie del triángulo  $-(\text{largo máximo} \times \text{ancho máximo}) \div 2$ -, al que llamamos “superficie de contacto”, más asentuada deberá ser la aerodinamia general del artefacto. La última afirmación es sólo relevante para aquellas puntas clasificadas como de “aerodinamia perfecta”.

Por lo tanto, el diseño de las puntas de proyectil, como los otros integrantes del sistema técnico en su totalidad, cumplirán con una serie de requerimientos para desempeñar eficazmente la función que corresponde al diseño logrado. Por lo tanto, basándonos en las leyes de la mecánica de fluidos, la trayectoria de vuelo de los proyectiles, la mecánica de funcionamiento de las armas y el estudio de colecciones de arcos y flechas etnográficas (Staricco 1967, Ratto 1988), planteamos los siguientes requisitos y características generales de los diferentes tipos de cabezales líticos:

1.- **Punta de flecha:** rigen la aerodinámica del proyectil durante su trayectoria de vuelo (estable):

- 1.- simetría de los lados perfecta,
- 2.- secciones transversales biconvexas simétricas,
- 3.- aerodinámicamente perfectas o muy perfectas (dependiendo del punto 4),
- 4.- cuanto mayor es la “superficie de contacto” de la punta de proyectil mayor es la aerodinámica general del artefacto,
- 5.- ángulos vista plana que oscilan alrededor de los 45° o menores,
- 6.- la sección del ápice presentará una superficie de contacto  $\leq 1$  mm a

- los fines de lograr una penetración muy apta,
- 7.- anchos de pedúnculos  $\leq 10$  mm,
  - 8.- la relación entre punta de proyectil y enastilante oscila en 1:20,
  - 9.- el ángulo de penetración al objetivo oscila alrededor de los  $90^\circ$  (no hay descomposición de fuerzas en el momento del impacto),
  - 10.- dada la efectividad del tiro (trayectoria de vuelo estable y ángulos de penetración cercanos a  $90^\circ$ ) el diseño no requiere de superficies de refuerzo (módulos generalmente  $\geq 5$ ),
  - 11.- permiten utilizar para su manufactura materias primas líticas de tenacidad media ( $\geq 20 < 25$ ),
  - 12.- requieren de astiles rectos, generalmente manufacturados con maderas livianas y flexibles (pesos específicos que oscilan alrededor de los  $0.550 \text{ gr/cm}^3$ ),
  - 13.- las características mecánicas del tiro garantizan un bajo riesgo de fractura por impacto. Asimismo, debido a la mayor profundidad de penetración al blanco, el efecto "pandeo" actúa con mayor probabilidad sobre el astil y no sobre la punta de proyectil. Llamamos efecto pandeo a la oscilación del enastilante luego de lograda la penetración al blanco.

**2.- punta de lanza arrojada a mano:** no rigen la aerodinámica del proyectil durante su trayectoria de vuelo (inestable).

- 1.- simetría de los lados no necesariamente perfecta,
- 2.- secciones transversales asimétricas,
- 3.- aerodinámicamente imperfectas o no aerodinámicas,
- 4.- cuanto mayor es la «superficie de contacto» de la punta de proyectil mayor es la aerodinámica general del artefacto,
- 5.- ángulos vista plana que oscilan alrededor de los  $45^\circ$  ligeramente mayores,
- 6.- la sección del ápice presentará una superficie de contacto  $> 1 \text{ mm} \leq 1.50 \text{ mm}$  a los fines de lograr una penetración apta,
- 7.- anchos de pedúnculos  $> 10$  mm,
- 8.- la relación entre punta de proyectil y enastilante oscila en 1:200,
- 9.- el ángulo de penetración al objetivo es agudo (descomposición de fuerzas en el momento del impacto),
- 10.- dada la menor efectividad del tiro (trayectoria de vuelo inestable y ángulos de penetración agudos) el diseño requiere de superficies de refuerzo, presentando módulos espesos  $-<5 \geq 3,5-$ , muy espesos  $-<3.5 \geq 2-$  o especísimos  $-<2-$  (en relación con punto 11),
- 11.- es preferible utilizar para su manufactura materias primas líticas

de tenacidad elevada  $\geq 25 < 30$ - (permiten disminuir la superficie de refuerzo),

12.- requieren de astiles muy rectos, generalmente manufacturados con maderas pesadas y flexibles (pesos específicos que oscilan alrededor de los 0.700 gr/cm<sup>3</sup>)

13.- las características mecánicas del tiro otorga alta probabilidad de fracturas (ápices, pedúnculos y/o aletas). Tal circunstancia se debe a la menor profundidad de penetración al blanco y el efecto "pandeo" del enastilante luego de penetrar al blanco.

3.- **punta de arma de mano:** es incorrecto aplicarles el término de proyectiles, debido a que el sistema técnico no realiza una trayectoria de vuelo antes de lograr la penetración al blanco. Por lo tanto, el ejecutante de la acción sostiene con su mano al sistema técnico en el momento de penetrar su objetivo. Asimismo, sobre el diseño de estas puntas no actúan las leyes de la mecánica de fluido ni de la trayectoria de los proyectiles. Por lo tanto, planteamos las siguientes características generales:

- 1.- no requiere de diseños aerodinámicos,
- 2.- la profundidad de penetración del cabezal depende de la fuerza muscular del ejecutante. Generalmente, los cabezales tienden a tener limbos muy anchos y filos laterales largos (módulo longitud vs. anchura del tipo "laminar" - Aschero 1983-). El objetivo es lograr una herida lo suficientemente grande que acelere la hemorragia,
- 3.- el ángulo de penetración al blanco depende de la dirección impuesta por el ejecutante, obteniéndose ángulos cercanos a los 90°. Por lo tanto, el diseño no requiere de superficies de refuerzo y, en relación con el punto 2, es factible utilizar para su manufactura materias primas líticas de tenacidades medias ( $\geq 20 < 25$ ). Este aspecto es fundamental para diferenciar a este grupo de las puntas de lanza arrojadas a mano.
- 4.- asimismo, por no existir el efecto "pandeo", y a pesar de las características del punto 3, los riesgos de fractura son relativamente bajos.
- 5.- al igual que las puntas de lanza arrojadas a mano, la sección del ápice debe ser apta para la penetración ( $> 1 < 1.5$  mm).

### B3.- ANALISIS DE FORMA-FUNCION

Dividimos a la muestra total (N=32), cuyas variables funcionales figuran en la Tabla 2, según su aerodinamia. El resultado es el siguiente: 1.- AERODINAMIA PERFECTA:

- 1.1.- muy aerodinámicas: C/2, H/1, 1, 57.

1.2.- aerodinamia normal: 7/196, H/3, H/12, H/4, 7/183, H/8, 7/23.

1.3.- indeterminable por fractura: F/1, F/4, F/5

2.- AERODINAMIA IMPERFECTA: C/1, 41, 7, E/3, B/1

3.- NO AERODINAMICAS: (a) Pedunculadas: 6/1, D/6, 3/1, G/1, 2, 3B/4, 8/1, 14, E/2, 1/1, ; (b) apedunculadas: 64, 121F1, K/1.

En la TABLA 2 figura la estadística descriptiva de los 3 grupos aerodinámicos planteados.

Con el objeto de conocer si podemos plantear la existencia de 3 poblaciones independientes, en cuanto al diseño aerodinámico de las puntas de proyectil, calculamos nuevamente el test de Kruskal-Wallis, estableciendo un nivel de significación de 0.05. La base de datos utilizada para el cálculo del test mencionado incluyó únicamente a las puntas de proyectil pedunculadas con y sin corte petrográfico testigo, eliminando los ápices (F/1,F/4,F/5) y las apedunculadas (64, 121F1, K/1).

VARIABLE	H	Gdo.LIBERTAD	PROBABILIDAD
largo del limbo	06.675	2	0.0355
ancho del limbo	10.398	2	5.522E-03
módulo de refuerzo	02.164	2	0,3390
ángulo de aletas	03.060	2	0.2165
largo pedúnculo	20.390	2	3.736E-05
ancho pedúnculo	18.815	2	8.209E-05
espesor pedúnculo	14.810	2	6.082E-04
ángulo del ápice	04.675	2	0.0966
sección ápice	12.206	2	2.236E-03
largo de la punta	07.402	2	0.0247

La variable “peso de la punta” no fue contemplada, debido a que la muestra está compuesta por puntas fracturadas y no fracturadas.

Las variables donde la hipótesis nula del test de Kruskal-Wallis es rechazada - la hipótesis del test establece que las muestras pertenecen a una misma población- son las siguientes: (a) largo del limbo y largo total de la punta de proyectil, (b) ancho, largo y espesor del pedúnculo, (c) sección del ápice y (d) ancho máximo del limbo. Exceptuando la variable (d), observamos que la hipótesis del test es rechazada en las mismas variables que cuando dividimos a la muestra según en el ancho del pedúnculo (ver supra).

Por lo tanto, planteamos que la muestra analizada presenta:

- 1.- diferencias en el enmangue de los cabezales que componen los grupos definidos,
- 2.- diferencias en el diseño aerodinámico de los grupos,
- 3.- diferencias en cuanto a la aptitud para penetrar un blanco.

Por lo tanto, planteamos que nos encontramos ante una muestra que presenta “síntomas” de haber sido enastilada en sistemas técnicos diferentes y, en consecuencia, con distintos medios de propulsión.

Con el objeto de realizar el “diagnóstico” sobre la funcionalidad de los componentes de la muestra analizada, procedemos a realizar un estudio interno en cada uno de los grupos aerodinámicos planteados. Para ello, consideramos como relevantes las siguientes variables que serán contempladas:

- a.- ancho del pedúnculo
- b.- sección del ápice
- c.- ángulo vista plana
- d.- módulo de refuerzo
- e.- tenacidad de la roca
- f.- largo máximo
- g.- ancho máximo

Para realizar el análisis interno mencionado consideramos únicamente a los cabezales pedunculados con cortes petrográficos testigos. Por lo tanto, se eliminan de la muestra los representantes 1, H/1, 7/23 (aerodinámica perfecta) y 1/1 (no aerodinámica). La muestra queda reducida a  $N=24$ .

#### **1.- GRUPO DE AERODINAMIA PERFECTA (N=10):**

El grupo se subdivide en: (a) muy aerodinámicas ( $N=2$ ) y (b) aerodinamia normal ( $N=8$ ). Aplicamos el coeficiente  $r$  de Spearman a fin de determinar si existe una co-variación entre la aerodinamia general del artefacto y lo que definimos como “superficie de contacto” (ver supra) representada a través del largo y ancho máximo del artefacto. El resultado obtenido fue de  $r = 0.84389$  y  $r = 0.84034$  respectivamente (nivel de significación 0.05). Sin embargo, al calcular la misma co-variación dentro del grupo de aerodinamia imperfecta y no aerodinámicas ( $N=14$ ), obtenemos un  $r = 0.02876$  y  $r = -0.02940$  para el largo y ancho máximo respectivamente.

Por lo tanto, la diferencia marcada permite asumir que los cabezales del grupo de Aerodinamia Perfecta rigen la trayectoria de vuelo del proyectil. Esto significa que



cuanto menor es la superficie de contacto del cabezal con el fluido (aire), el artesano no es tan “exigente” en el diseño aerodinámico del artefacto. Sin embargo, las exigencias aerodinámicas prevalecen cuanto mayor es el largo y ancho del cabezal, de lo contrario, el resultado es un error de tiro considerable, convirtiendo en ineficaz al sistema técnico.

Además, los integrantes de este grupo (N=10) denotan los siguientes “síntomas” indicativos:

- a.- el 90 % de la muestra presenta anchos de pedúnculo menores a 10 mm (la excepción es el cabezal 57),
- b.- el 70 % de la muestra no presenta fractura de ápice. Dentro de este grupo, el 86 % posee secciones de ápices menores a 1 mm, codificados como muy aptos para la penetración (la excepción es el cabezal 57),
- c.- la muestra en conjunto presenta un ángulo vista plana promedio de 44.30°,
- d.- en cuanto al “módulo de refuerzo”, el 60 % de la muestra es poco espeso, el 20 % espeso y el 10 % muy espeso, según la codificación realizada. Por medio del cálculo del r de Spearman observamos una co-variación positiva entre el módulo de refuerzo y el largo del limbo del cabezal ( $r=0.76532$  nivel significación 0.05). El resultado es coherente, debido a que cuanto más largo es el limbo del cabezal, mayores son los riesgos de fractura por impacto.
- e.- asimismo, y en relación con el punto anterior, las rocas utilizadas para la manufactura de este grupo son en un 80 % de tenacidad media y en un 20 % de tenacidad elevada.  
Dentro de las primeras un 62.5% posee dureza muy elevada y un 37.5% elevada. Calculamos nuevamente el coeficiente r de Spearman con el objeto de conocer si existe co-variación entre la tenacidad de la roca utilizada y el módulo de refuerzo del artefacto. El resultado es significativo para un nivel del 0.05 de significación).
- f.- las características estructurales (tamaño de grano, compacidad, cohesión, etc.) de las materias primas líticas utilizadas para la manufactura presentan en un 90 % una “función potencial” primaria de corte; en el 10 % restante la “función potencial” de corte es secundaria.
- g.- el patrón de fractura observado es el siguiente: sin fractura (30%), aleta (30%-fractura mínima), aleta-ápice (10%), aleta-limbo (10% cabezal 57), aleta-apice- pedúnculo (10%) y limbo-medio (10%). Por lo tanto, dentro del 70% de puntas fracturadas encontramos que un 86% corresponde a fracturas de aletas puras o combinadas con otros atributos. Es interesante destacar la baja proporción de fracturas de

ápices.

Los “síntomas” manifestados por el grupo de Aerodinamia Perfecta nos permite realizar el siguiente diagnóstico: **la muestra está compuesta, a excepción del cabezal 57, por puntas de flecha propulsadas por medio de arcos.** En otros trabajos (Ratto 1987 ms, 1988, 1990) hemos justificado la alta eficacia de este sistema técnico para la caza de animales terrestres (guanaco ?).

A pesar de la aerodinamia perfecta del cabezal 57, el ancho del pedúnculo (14.30mm) y el peso del artefacto (11.80 grs.-fracturado-) no es típico de las puntas de flecha. De acuerdo a los análisis funcionales arqueológicos realizados (Ratto 1988, 1990) y a estudios de colecciones etnográficas (Thomas 1978, Pope 1918, Ratto 1988, entre otros), dicho ancho del pedúnculo es propio de lanzas arrojadizas y/o de armas de mano (tipo dagas -Gusinde 1982-). Asimismo, la sección del ápice, a pesar de estar codificada como “apta para la penetración”, no lo es para un arma arrojadiza (tipo lanza). Por otra parte, la estructura interna de la roca utilizada, el módulo de refuerzo del artefacto y el largo del mismo, no la convierten en un cabezal eficaz para ser enastilado en una lanza (tendría altas probabilidades de fractura de ápice-limbo, debido a que el diseño es débil a esfuerzos normales -Ratto 1988 ms). **Por todo lo expuesto pensamos que el cabezal 57 integraba un sistema técnico del tipo descrito como arma de mano.** Por lo tanto, no es una punta de proyectil sino una punta de arma en mano.

## **2.- GRUPO DE AERODINAMIA IMPERFECTA (N=5):**

Al analizar el grupo anterior planteamos una diferencia estadísticamente significativa, respecto al papel aerodinámico de los cabezales de este grupo. Por lo tanto, el primer “síntoma” es que no rigen la trayectoria de vuelo del sistema técnico. Por lo tanto, nos encontramos ante integrantes de un sistema técnico propulsado por fuerza muscular (sin almacenamiento de energía) o de mano. Al respecto, anteriormente especificamos que ambos sistemas tienen un funcionamiento mecánico diferente, siendo nuestra hipótesis que en el cabezal quedaron plasmados los “síntomas” de esas diferencias.

Por lo tanto, analizaremos cuales son los “síntomas” que presenta este grupo de aerodinamia imperfecta (N=5):

- a.- el 100 % de la muestra presenta anchos de pedúnculo mayores a 10 mm. (80 % mayor a 13 mm y el 20 %  $>10 \leq 13$ mm),
- b.-el 60 % de la muestra presenta fractura de ápice. El 40 % restante presenta secciones de ápice codificadas como “aptas penetración” (mínimo: 1.20 mm, máximo: 1.90mm),

- c.- la muestra en conjunto presenta un ángulo vista plana promedio de  $50.60^\circ$ , en este promedio está considerado el “ángulo originario” del cabezal E/3, debido a que el artefacto fue reciclado (reducción de masa) presentando un ángulo real de  $95^\circ$ ,
- d.- en cuanto al “módulo de refuerzo”, el 60 % de la muestra es espeso, el 20 % muy espeso y el 20 % poco espeso, según la codificación realizada. Por medio del cálculo del r de Spearman, considerando tanto el grupo de aerodinamia imperfecta como las no aerodinámicas, observamos que no existe co-variación entre el módulo de refuerzo y el largo del limbo del cabezal ( $r=0.45098$  nivel significación 0.05 N= 14). Este resultado nos alerta en un sentido, es muy probable que los integrantes de ambos grupos pertenezcan a sistemas técnicos diferentes. El grupo bajo análisis obtiene un  $r = -0.22298$  (no significativo) para las variables mencionadas,
- e.- asimismo, y en relación con el punto anterior, las rocas utilizadas para la manufactura de este grupo son en un 100 % de tenacidad media y dureza muy elevada. Es de destacar, que ante la utilización de materias primas líticas de propiedades fisico-mecánicas homogéneas varían considerablemente los módulos de refuerzo de los cabezales,
- f.- las características estructural (tamaño de grano, compacidad, cohesión, etc.) de las materias primas líticas utilizadas para la manufactura presentan en un 60 % una “función potencial” primaria de corte; en el 40 % restante la “función potencial” de corte es secundaria.
- g.- el patrón de fractura observado es el siguiente: sin fractura (0%), ápice-aleta (40%), ápice-aleta-pedúnculo (20%), y aleta (40%). Por lo tanto, encontramos que un 60% corresponde a fracturas de ápices y un 100 % de aletas, en estados puros o combinados con otros atributos.

Los “síntomas” manifestados por el grupo de Aerodinamia Imperfecta permite realizar la siguiente diferenciación:

1.- Cabezales 7 y B/1: presentan ángulo vista plana de  $62^\circ$  y  $66^\circ$  respectivamente. La sección del ápice es “apta penetración”. El patrón de fractura es homogéneo y corresponde a aletas. El ancho máximo de los cabezales es mayor que la longitud máxima de los mismos, presentando un módulo longitud vs. anchura promedio de 0.79. El ángulo promedio de las aletas es de  $18.5^\circ$ . A pesar de estas similitudes, el cabezal 7 presenta un módulo de refuerzo poco espeso y el B/1 espeso, ambos fueron manufacturados con materias primas líticas de tenacidad media y dureza muy elevada.

2.- Cabezales C/1, 41 y probablemente E/3 antes de ser reciclado: presentan ángulo vista plana promedio de 41.6°. La sección del ápice es inasignable por fractura, en el caso del cabezal reciclado corresponde a 1.90mm (casi en el límite de hacerlo apto para penetrar). El patrón de fractura es homogéneo y corresponde a ápice-aleta. El ancho máximo de los cabezales es menor que la longitud máxima de los mismos, presentando un módulo longitud vs. anchura promedio de 1.45 (no se consideró a E/3). Asimismo, el ángulo promedio de las aletas es de 14°. El módulo de refuerzo corresponde a espeso y muy espeso (cabezal 41), manufacturados con materias primas líticas de tenacidad media y dureza muy elevada.

Por lo tanto, “diagnosticamos” que los cabezales C/1, 7 y B/1 y probablemente E/3 antes de ser reciclado, pertenecieron a sistemas técnicos de armas de mano. Sin embargo, es importante destacar que probablemente los diseños no correspondan a un mismo objetivo, es decir que la resistencia del blanco penetrado por los cabezales 7 y B/1 es menor que la del cabezal C/1. Probablemente, los primeros fueron diseñados y empleados en actividades de pesca, mientras que el segundo (igual que el cabezal 57) penetró blancos más resistentes (lobos marinos ?).

**El “diagnóstico” del cabezal 41 es que perteneció a un sistema técnico arrojado mediante fuerza muscular (sin almacenamiento de energía), tal el caso de las lanzas arrojadas a mano. El módulo de refuerzo (muy espeso) permite soportar los esfuerzos propios de la mecánica de funcionamiento del sistema técnico mencionado (ver supra).**

### 3.- GRUPO NO AERODINAMICO: (N=9)

Al analizar los dos grupos anteriores planteamos una diferencia estadísticamente significativa, respecto al papel aerodinámico de los cabezales de este grupo. Por lo tanto, al igual que el grupo de aerodinamia imperfecta, el primer “síntoma” es que los integrantes de este grupo no rigen la trayectoria de vuelo del sistema técnico portador. Por lo tanto, nos encontramos nuevamente ante cabezales de sistemas técnicos propulsados por fuerza muscular (sin almacenamiento de energía) o de mano. Al respecto, anteriormente especificamos que ambos sistemas tienen un funcionamiento mecánico diferente, siendo nuestra hipótesis que en el cabezal quedaron plasmados los “síntomas” de esas diferencias.

Por lo tanto, analizaremos cuales son los “síntomas” que presenta este grupo no aerodinámico (N=9):

- a.- el 100 % de la muestra presenta anchos de pedúnculo mayores a 10

- mm. (88.88 % mayor a 13 mm y el 11.11 %  $>10 \leq 13$ mm),
- b.- el 22.22 % de la muestra presenta fractura de ápice. El resto de la muestra presenta secciones de ápice codificadas como “aptas penetración” (44.44%) y “poco apto penetración” (33.33%),
- c.- la muestra en conjunto presenta un ángulo vista plana promedio de 56.11° (mínimo: 39° máximo: 85°),
- d.- en cuanto al “módulo de refuerzo” el 66.66 % de la muestra corresponde a poco espeso, el 22.22% a espeso y el 11.11% a muy espeso, según la codificación realizada. Recordemos que el cálculo del coeficiente r de Spearman, considerando tanto el grupo de aerodinamia imperfecta como las no aerodinámicas, expresa que no existe co-variación entre el módulo de refuerzo y el largo del limbo del cabezal ( $r=0.45098$  nivel significación 0.05 N= 14) -ver supra- . .
- e.- asimismo, y en relación con el punto anterior, las rocas utilizadas para la manufactura de este grupo son en un 88.88% de tenacidad media y dureza muy elevada, y el 11.11% restante de tenacidad elevada y dureza muy elevada. Igual que en el grupo anterior, la alta proporción de materias primas líticas utilizadas con propiedades físico-mecánicas homogéneas, se corresponde con módulos de refuerzo de diferente codificación,
- f.- las características estructurales (tamaño de grano, compacidad, cohesión, etc.) de las materias primas líticas utilizadas para la manufactura presentan en un 77.77 % una “función potencial” primaria de corte; en el 22.22 % restante la “función potencial” de corte es secundaria.
- g.- el patrón de fractura observado es el siguiente: sin fractura (33.33 %), aleta (44.44 %), aleta-limbo (11,11 %) y limbo medio (11.11%). Por lo tanto, encontramos que un tercio de la muestra no presenta fractura y casi los otros dos tercios corresponden a fracturas de aletas en estados puros o combinados con otros atributos.

Los “síntomas” manifestados por el grupo No Aerodinámico permite realizar la siguiente diferenciación:

- 1.- Cabezales 6/1 y G/1: presentan ángulo vista plana de 43° y 55° respectivamente. La sección del ápice es “apta penetración”. El primer ejemplar presenta fractura de aleta, el segundo no presenta, pero cabe destacar que el diseño no presenta aletas sino hombros (27°). Observamos que a menor tenacidad de la roca corresponde una superficie de refuerzo mayor. Así, el ejemplar 6/1 manufacturado con materia prima lítica de tenacidad elevada presenta un “módulo de refuerzo” espeso, mientras que G/1 fue manufacturado con roca de tenacidad media y presenta un “módulo de refuerzo” muy espeso

2 - Cabezales 8/1 y 14: presentan ángulos vista plana de  $85^\circ$  y  $77^\circ$  respectivamente. Asimismo, según la codificación realizada, la sección del ápice es “poco apto penetración” y “apto penetración” respectivamente. El ancho máximo de los cabezales es mayor que la longitud máxima de los mismos, presentando un módulo longitud vs. anchura promedio de 0.80 (semejante a cabezales 7 y B/1 del grupo de aerodinamia imperfecta). El ángulo promedio de las aletas es de  $25.5^\circ$ . Igual que los ejemplares del grupo anterior antes mencionado, a pesar de las similitudes, el cabezal 8/1 presenta un módulo de refuerzo poco espeso y el 14 espeso, ambos fueron manufacturados con materias primas líticas de tenacidad media y dureza muy elevada.

3.- Cabezales D/6, 3/1, 2, 3B/4 y E/2: presentan ángulo vista plana promedio de  $49.7^\circ$ . La sección del ápice es asignable como “apto penetración”, a excepción de los ejemplares D/6 y E/2 codificados como “poco aptos penetración”. El patrón de fractura de los dos ejemplares fracturados corresponde a limbo. Asimismo, el ancho máximo de los cabezales es menor que la longitud máxima de los mismos, presentando un módulo longitud vs. anchura promedio de 1.55 (similar a los ejemplares C/1 y 41 del grupo de aerodinamia imperfecta). Asimismo, el ángulo promedio de las aletas es de  $13^\circ$  (ejemplares 2, E/2 y 3/1) y el ángulo promedio de hombros es de  $27^\circ$  (ejemplares D/6 y 3B/4). El módulo de refuerzo corresponde en todos los casos a poco espeso, manufacturados con materias primas líticas de tenacidad media y dureza muy elevada.

Por lo tanto, “diagnosticamos” que los cabezales D/6, 3/1, 2, 3B/4, E/2, 8/1 y 14 pertenecieron a sistemas técnicos de armas de mano. Sin embargo, nos encontramos nuevamente que los diseños no corresponden a un mismo objetivo, es decir que la resistencia del blanco penetrado por los cabezales 8/1 y 14 es menor que la de los cabezales 2 y 3/1. Probablemente, los primeros, al igual que los ejemplares 7 y B/1 del grupo anterior, fueron diseñados y empleados en actividades de pesca, mientras que el segundo (igual que los cabezales 57, C/1, 41 y probablemente E/3)) penetraron blancos más resistentes (lobos marinos ?).

Respecto a los cabezales D/6 y 3B/4 tienen diseño muy similar y fueron manufacturados con materias primas líticas con “función potencial” primaria y única de corte. Asimismo, el ejemplar D/6 presenta una sección de ápice de 2.90 mm (poco apto penetración). Estas últimas apreciaciones realizadas, más las características ya expresadas, nos inclinan a pensar que los cabezales D/6 y 3B/4 fueron diseñados para desempeñar una función no penetrante, como ser la de cuchillos-descarnadores.

El ejemplar E/2, a pesar de pertenecer a un sistema técnico de arma en mano,

tenemos dudas sobre la función de su diseño, sobre todo por el hecho de presentar una sección de ápice “poco apta penetración”. Además, a diferencia de los ejemplares D/6 y 3B/4, fue manufacturado con una materia prima lítica de “función potencial” secundaria de corte. Por lo tanto, necesitará un análisis mayor.

**El “diagnóstico” de los cabezales 6/1 y G/1 es que pertenecieron a un sistema técnico arrojado mediante fuerza muscular (sin almacenamiento de energía), tal el caso de las lanzas arrojadas a mano. Los módulos de refuerzo muy espeso y espeso combinados con tenacidades de rocas medias y elevadas respectivamente, permiten soportar sin altos riesgos de fractura los esfuerzos propios de la mecánica de funcionamiento del sistema técnico mencionado (ver supra).**

## **CONSIDERACIONES FINALES**

La metodología desarrollada tiene como objeto conocer la funcionalidad de los cabezales líticos arqueológicos. Sin embargo, tal objetivo no trae tan sólo aparejado un mayor conocimiento sobre los sistemas técnicos utilizados por sociedades del pasado, sino que **presumimos que los diferentes modos de propulsión de los sistemas técnicos generan la implementación de determinadas técnicas de caza, en relación a la cacería de un tipo de presa y la topografía del lugar.**

Por lo tanto, es posible realizar la diferenciación entre sistemas técnicos arrojados y de mano (no arrojados); como así también, evaluar la distancia cazador-presa durante la acción de caza.

A partir del análisis funcional de los cabezales líticos, ejemplificado en este trabajo con la muestra procedente de Rancho Donata, pasamos a relacionar a los cabezales con el contexto arqueofaunístico asociado y con la información etnográfica de las técnicas de caza desarrolladas en la región. Por lo tanto, al llegar a este punto estamos en condiciones de generar modelos sobre las estrategias de caza implementadas y observar su interrelación con otras esferas del sistema adaptativo (utilización del espacio, función de los sitios, economías preponderantes -terrestres vs. marítimas- etc. Tal estudio integrativo fue realizado en otro trabajo (Ratto 1990), donde se comparan estrategias de caza de distintos sitios de la región investigada.

## **BIBLIOGRAFIA**

**ASCHERO, C.**

1976 y rev.1983 ms. Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos.

**BAILEY, G. E I, DAVIDSON.**

1983 Territorios de explotación de sitios y topografía: dos casos estudiados del Paleolítico español. **Journal of Archaeological Science** 10. (Trad. P. Escola y N. Franco).

**BORRERO L.**

1985 Economía prehistórica de los habitantes del Norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras (UBA). ms.

**FRISON, G.**

1990 Experimental use of clovis weaponry and tools on African elephants. **American Antiquity**, 54 (4).

**GUSINDE, M.**

1982 **Los indios de Tierra del Fuego: los selk'nam**, vol 2, CAEA.

**HOWARD, C.**

1974 The atlatl: function and performance. **American Antiquity** 39.

**KITTL,E.**

1942 Las rocas de aplicación existentes en la Argentina. Dirección General de Vialidad. **Publicaciones técnicas**. 37:1-191.

**LANATA, J.L.**

1988 Estados alterados: procesos de transformación y conjuntos faunísticos en Rancho Donata, Tierra del Fuego. **Differential Explotation of Faunistical Resources in American Prehistoric Adaptatives Systems** ((J.L.Lanata ed.). **British Archaeological Reports** (B.A.R.), Oxford.

**KITTL,E.**

1945 **Geología, Mineralogía y Petrografía para Ingenieros**. Ed. J. Duclout, Bs.As.



ODELL Y COWAN,

1986 Experiments with Spears and Arrows on animal Targets. **Journal of Field Archaeology**, vol.13(2).

POPE, S.

1918 Yahi Archery. **University of California Publication in American Archaeology and Ethnology**, vol. 13.

RATTO, N.

1987<sup>ms.</sup> Puntas de proyectil y tecnología de caza: confrontación de modelos etnográficos y arqueológicos. 1er. Informe anual de Beca. Universidad de Buenos Aires.

RATTO, N.

1988<sup>ms.</sup> Puntas de proyectil y tecnología de caza: por qué cazaban cómo cazaban?. 2do. Informe anual de Beca. Universidad de Buenos Aires.

RATTO, N.

en prensa. What and how did they hunt?: Methodological essay to approach the question of prehistoric hunting techniques. **Diferential Exploitation of Faunistical Resources in American Prehistoric Adaptatives Systems** (J.L.Lanata ed.). **British Archaeological Reports (B.A.R.)**, Oxford.

RATTO, N.

1988 Proyectiles en acción. **Precirculados del IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina**, Instituto de Ciencias Antropológicas, Facultad de Filosofía y Letras (UBA).

RATTO, N.

1989 Elección de rocas y diseño de artefactos: propiedades fisico-mecánicas de las materias primas líticas del sitio Inca Cueva 4 (Jujuy-Argentina). **Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena**, Santiago de Chile.

RATTO, N.

1989<sup>ms</sup> Estudio arqueológico de la eficacia funcional de puntas de proyectil líticas. 1er. Informe anual de Beca Iniciación. Universidad de Buenos Aires.

RATTO, N.

1990 (en prensa). Análisis funcional de las puntas de proyectil del sitio Punta María 2, Tierra del Fuego. Trabajos presentados al X Congreso Nacional de Arqueología Argentina. **Escuela de Arqueología (UNCa)**.

**RATTO, N.**

**1990 Prehistoric hunting techniques in environment of Patagonia (Tierra del Fuego - Argentina). Records International Symposium Hunting in Prehistoric. Belgica.**

**SALINAS, J.L.**

**1982 Recomendaciones para una normalización del estudio petrológico de los áridos. Barcelona.**

**STARICCO, J.**

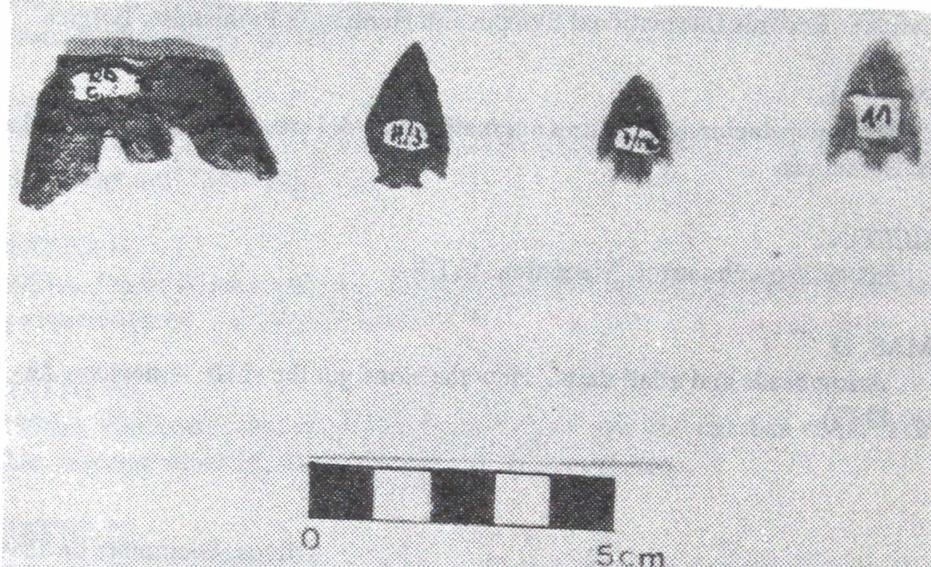
**1967 Física Experimental. Mecánica. U.T.N..**

**THOMAS, D.**

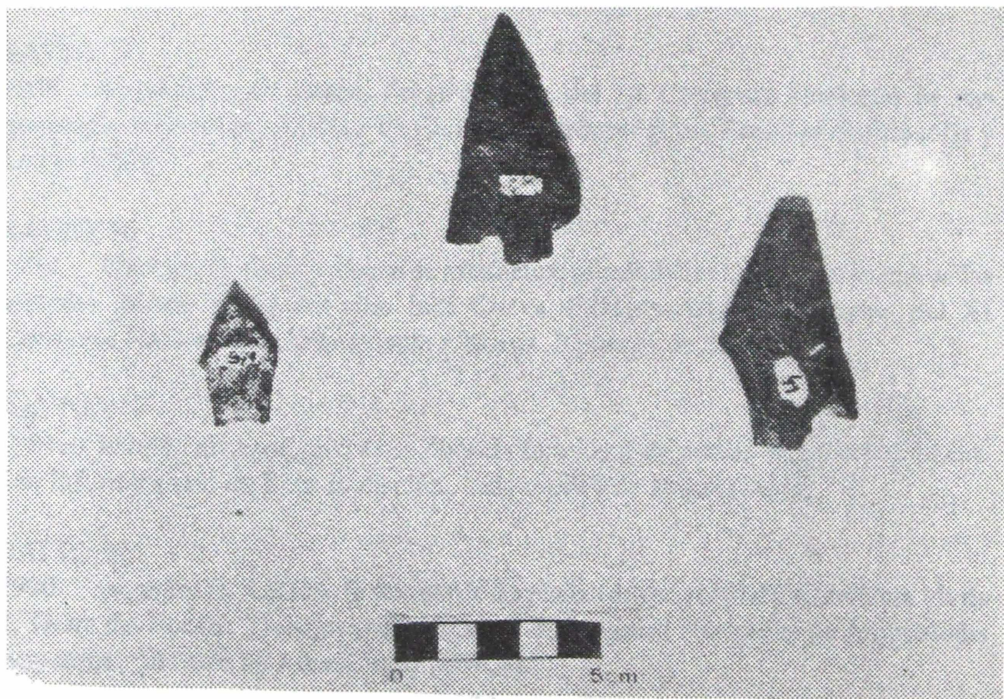
**1978 Arrowheads and atlatl darts. How the stone got the shaft. American Antiquity, 43 (3).**

**Olivos, Diciembre de 1990**

**FOTO 1. Cabezales líticos C/2 - H/3 - 7/196 y 7/183 de la localidad de Rancho Donata propulsados por medio de arcos y enastilados en flechas (sistema técnico con almacenamiento de energía).**

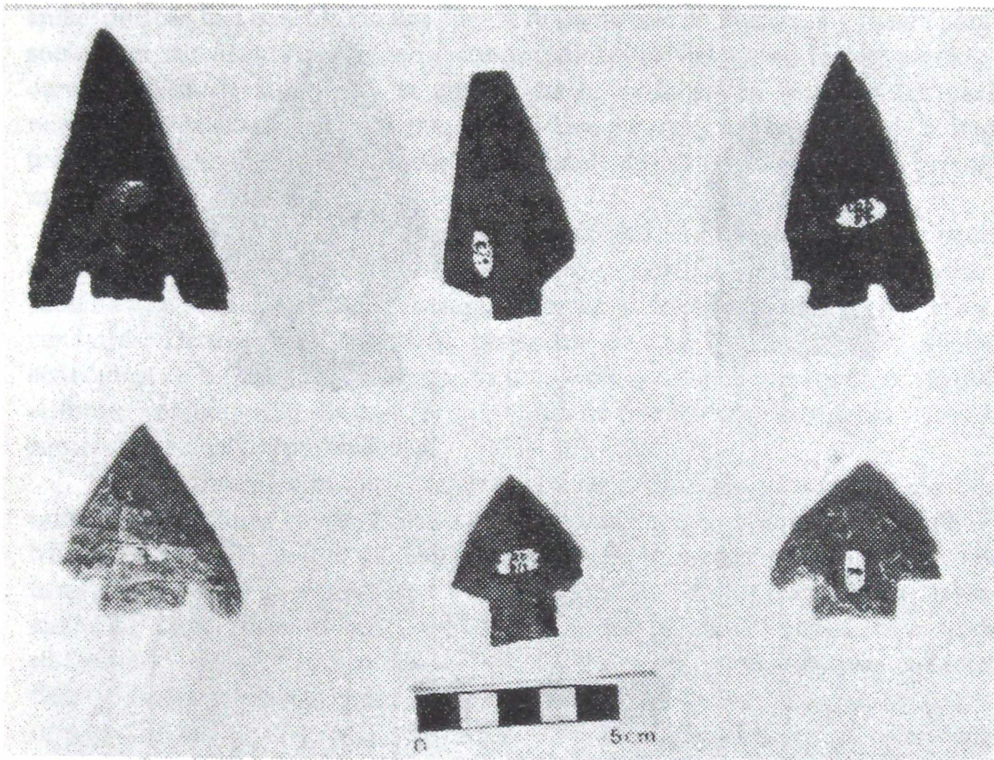


**FOTO 2. Cabezales líticos G/1 - 6/1 y 41 de la localidad de Rancho Donata, propulsados por medio de fuerza muscular y enastilados en lanzas arrojadizas (sistema técnico sin almacenamiento de energía).**





**FOTO 3. Cabezales líticos 2 - C/1 - 57 - 7 - B/1 - 8/1 de la localidad de Rancho Donata enastilados en armas de mano penetrantes no arrojadizas (sistema técnico sin almacenamiento de energía).**



**FOTO 4. Cabezales líticos 3B/4 y D/6 de la localidad de Rancho Donata, enastilados en armas de mano no penetrantes (descarnadores ?).**

