

**MICROSCOPIA LASER CONFOCAL DE BARRIDO (CLSM) APLICADA AL
ESTUDIO DE MICROHUELLAS DE UTILIZACION EN INSTRUMENTOS
LITICOS EXPERIMENTALES: UNA PERSPECTIVA CUANTITATIVA.**

Cattáneo, G. Roxana¹
Meilán, Pablo F.²
Gulich, Damián^{2/3}
Fernández, Marilén⁴
Garavaglia, Mario^{2/3}

I.- INTRODUCCIÓN

Los análisis de rastros de uso en filos de instrumentos de piedra arqueológicos han tenido una rápida expansión desde su introducción por Semenov en 1960 (Semenov 1964), y desde entonces han obtenido distintos grados de aprobación, ya sea por arqueólogos en general o aquellos dedicados especialmente al análisis lítico.

Luego de cuarenta años de investigaciones continuadas, es generalmente aceptado, con sólo algunas excepciones (p.e. Grace 1989), que las superficies pulidas generadas por el trabajo de distintos materiales pueden ser diferenciadas. Sin embargo, varios problemas surgieron acerca de la descripción y caracterización de esas superficies pulidas, las cuales eran descritas en términos de su apariencia visual (Vaughan 1985: 29; Mansur-Francomme 1983: 223). Hacia el final de la década del setenta se instauró un debate acerca de si las identificaciones microscópicas tradicionales de micropulidos eran subjetivas y sufrían el sesgo de observación humana (Keeley 1980; Keeley y Newcomer 1977;

¹ CONICET-UNC-UNLP. Museo de Antropología. Universidad Nacional de Córdoba. Av. H. Irigoyen 174. (5000) Córdoba. República Argentina. grcattaneo@ciudad.com.ar

² CONICET/CIC. CIOP/Laboratorio de Procesamiento Láser.
garavagliam@ciop.unlp.edu.ar; pfmeilan@ciop.unlp.edu.ar

³ UNLP. Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas. d_gulich@yahoo.com

⁴ UNLP. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.marilenf@hotmail.com

Newcomer y Keeley 1979; Holley y Del Bene 1981; Vaughan 1981, 1985; Gendel y Pirnay 1982; Newcomer *et al.* 1986, 1987, 1988; Mansur 1999; 2001; Moss 1987; Bamforth 1988; Hurcombe 1988; Bamforth *et al.* 1990; Grace 1990, 1996; Rees *et al.* 1991).

Motivados por esta discusión inicial acerca de las realidades de las diferencias en las observaciones (para una discusión sobre test ciegos de análisis funcionales ver por ejemplo Keeley 1980; Odell y Odell-Vereecken 1980; Unrath *et al.* 1984-6; Shea 1987, 1988; Wadley *et al.* 2004; Rots *et al.* 2006), una serie de investigadores han implementado esfuerzos dirigidos a una caracterización objetiva de las microhuellas. Dichos trabajos han incluido técnicas como la digitalización a través de programas de computación y el análisis de texturas (Grace *et al.* 1985, 1987; también ver Grace 1989, 1993, 1996 para “sistemas expertos”), escaneos digitales y análisis de texturas con histogramas (Knutsson *et al.* 1988; Mansur y Srehnisky 1996; Mansur 2001), interferometría (Dumont 1982), perfilometría (Akoshima 1981; Beyries *et al.* 1988), microscopía de fuerza atómica (Kimball *et al.* 1995) y geometría fractal (Rees *et al.* 1991; Russ 1993 y 1994; Stemp y Stemp 2001).

En 1998 surge un programa experimental para documentar cuantitativamente los rastros de uso en instrumentos de piedra que incluía una técnica no destructiva llamada Perfilometría Láser (Stemp y Stemp 2001; 2003). Este programa experimental fue uno de los esfuerzos más tempranos que contribuyeron a mejorar la cuantificación y el reconocimiento de cambios en la topografía de los filos líticos. Esta técnica óptica, acoplada con *software* apropiado, permitió una fácil medición de parámetros de aspereza a distintas

escalas. Consideraba la topografía de la superficie y permitía su descripción cuantitativa. Estos autores pudieron determinar que la existencia de variaciones de acuerdo al uso y la reproductibilidad de las mediciones era dependiente del material que se trabajó (Stemp y Stemp 2001: 86).

Sobre la base de que es posible la identificación de micropulidos diferentes cuando una pieza entra en contacto y trabaja sobre materias primas diversas (hueso, madera, carne, cuero, etc.) (Keeley 1974, 1976, 1978, 1980; Newcomer y Keeley 1979; Holley y Del Bene 1981; Vaughan 1981, 1985; Newcomer *et al.* 1986, 1987, 1988; 1986; Moss 1987; Bamforth 1988; Hurcombe 1988; Bamforth *et al.* 1990; Grace 1990, 1996; Rees *et al.* 1991; Mansur 1999; Álvarez *et al.* 2000; Leipus 1999, 2004) y de que la información de este tipo puede ser medida y descrita desde un enfoque cuantitativo (Stemp y Stemp 2001; 2003) se ha determinado:

- que puede ser aplicado a casos arqueológicos exitosamente,*
- que la tecnología láser es adecuada por su escala de observación para estudiar instrumentos de piedra,*
- y que el comportamiento físico-químico de las utensilios de piedra es material y uso-dependiente.*

Nuestra intención es aportar a este campo nuevo y en pleno desarrollo a través del estudio de una importante colección arqueológica del Área Río Pinturas (Santa Cruz, Argentina) utilizando las observaciones realizadas con el Microscopio Láser Confocal de Barrido BioRad MRC600 (*CLSM* por sus siglas en inglés), para ser analizadas a través de software de reconocimiento de imágenes de desarrollo propio: "PHILOS" (Gulich y Lofeudo 2005).

El CLSM permite aplicar una técnica de observación no destructiva, ya que los artefactos líticos no requieren preparación previa, a excepción de la limpieza tradicional.

El CLSM empleado posee un microscopio invertido, lo que garantiza el espacio suficiente para la ubicación de muestras grandes del orden de un decímetro de volumen.

Las imágenes obtenidas relevan la topografía de los fillos en tres dimensiones con mayor resolución lateral (x,y) que los microscopios convencionales (lo que implica la capacidad de resolver o identificar dos puntos próximos que en un microscopio de reflexión serían identificados como el mismo punto). Además, el CLSM es un tomógrafo óptico ya que sólo forma imagen de la parte del espécimen que se encuentra en su plano focal objeto. Los sucesivos planos paralelos relevados por barrido según el eje óptico (z) pueden espaciarse cada 250nm si la longitud de onda del láser utilizado es de 488nm, situación que puede interpretarse como una profundidad de campo infinita, generándose así una imagen completamente en foco (Figura 2b), si se proyecta la serie sobre un plano o imágenes en tres dimensiones espaciales si se conserva la información de profundidad. El barrido según (z) puede extenderse por 30mm., con lo que el procesamiento de la serie de imágenes digitales permite una reconstrucción espacial fidedigna de la imagen del objeto.

Las imágenes obtenidas de los fillos con microhuellas son en escala de grises, y se seleccionan zonas de 150 por 150 píxeles, que constituyen el lote de imágenes a analizar. La finalidad del programa PHILOS es tratar de emular

la capacidad de un experto en la clasificación de su funcionalidad probable, utilizando una base de datos comparativa, generada experimentalmente.

El programa PHILOS basa su análisis en distintos descriptores de segundo orden obtenidos en base a las matrices de Co-ocurrencia (*GLCM* o *Gray Level Co-occurrence Matrix*) construidas sobre todo el rango dinámico de cada imagen, es decir de 0 a 255 (Lepistö *et al.* 2003; Partio *et al.* 2002; Walker *et al.* 1995) Presentaremos aquí los resultados de la evaluación de una base de datos de imágenes experimentales de microhuellas de uso en filos líticos y discutiremos su potencialidad para el análisis comparativo con casos arqueológicos.

II.- MARCO GENERAL DEL PROYECTO

En el proyecto *“Diseño y función en el área arqueológica Río Pinturas (Santa Cruz, Argentina): el estudio de los instrumentos líticos a través de técnicas cuantitativas (Iluminación estructurada y Perfilometría láser)”*(ANPYCT-PICT y CONICET) en particular nos interesa el estudio de la relación entre diseño y función de instrumentos líticos arqueológicos provenientes de excavaciones estratigráficas para discutir expectativas en cuanto a la permanencia a través del tiempo de ciertas formas de diseño en algunas clases de instrumentos (Gradin *et al.* 1979; Aschero 1987; Yacobaccio 1987; Gradin y Aguerre 1994 entre los más importantes).

Dicho proyecto puede entenderse como la continuación de las investigaciones de Aschero (1975-1983) en cuanto a estudiar la asociación entre los grupos tipológicos por él definidos y su correlato funcional respecto de los filos.

Ya desde su propuesta original en 1975 este autor ha sugerido la necesidad de los estudios de los rastros de uso como elemento primordial si, más allá de la descripción morfo-tecnológica, se quieren hacer inferencias acerca de la funcionalidad de los instrumentos de piedra.

Este tipo de enfoque, con otras técnicas de observación, ya ha sido utilizado exitosamente en otros contextos arqueológicos de Argentina para el estudio de raspadores (Yacobaccio 1987; 1988; Álvarez *et al.* 2000; Paunero y Castro 1997; 2001; Castro y Moreno 1993-1994; Mansur 2001; Mansur y Lasa 2004; Álvarez 2003, 2004; Leipus 2001, 2004, por sólo mencionar algunos) y en el mundo (Collin y Jardón-Giner 1993; Hayden 1986; Jardón-Giner y Sacchi 1994; Phillibert 1994; Winiarska-Kabaonska 1988).

El proyecto actual se desarrolla en dos etapas: la primera, de carácter experimental, se generó a partir de colecciones propias y sus resultados se discuten aquí. La segunda será su aplicación a los casos arqueológicos del proyecto.

El primer objetivo a corto plazo fue lograr una caracterización de estándares de referencia cuantitativos y estadísticamente significativos de patrones de intensidad de uso a través del programa “*ad hoc*” PHILoS. (Gulich y Lofeudo 2005). Como se propone el desarrollo de una nueva técnica de observación, descripción y análisis, en este trabajo se harán consideraciones sobre el ajuste metodológico y la conformación de bases de datos de imágenes obtenidas con la perfilometría láser asociada al *CLSM*.

Como ya mencionamos, los resultados obtenidos servirán para estudiar comparativamente las superficies modificadas de los filos de los instrumentos

líticos pertenecientes a las colecciones arqueológicas en la próxima etapa del plan de investigación. En ella se aplicará a casos arqueológicos provenientes de los sitios Cueva de las Manos, Cueva Grande del Arroyo Feo, Alero del Búho y Alero Cárdenas (Gradin 1977; 1980; 1981-82; Aguerre 1977; 1981-82; 1994; Gradin *et al.* 1979; Gradin y Aguerre; 1988; 1991; 1992; 1994; entre otros importantes). En la actualidad estos estudios se encuentran en proceso, focalizando el interés en la acción de raspado.

III.- LA ESTRATEGIA EXPERIMENTAL

Su objetivo general fue generar descripciones cuantitativas de una colección experimental de referencia en formato digital que permita calcular los parámetros estadísticos para analizar y diferenciar cada caso de uso de los instrumentos líticos experimentales y, en un futuro, de los arqueológicos.

Los objetivos específicos fueron registrar las modificaciones producidas en bordes líticos luego de actividades de raspado de hueso y cuero (secos y frescos) y madera (dura y blanda, ambas secas) con el *CLMS* y generar clases autoconsistentes de imágenes que permitan clasificar automáticamente con el programa *PHILOS* las imágenes de las modificaciones producidas en los filos líticos de acuerdo a su origen atendiendo a tiempo de uso y a material trabajado.

El diseño experimental consistió de cuatro pasos para la obtención del conjunto experimental:

Paso 1. Confección del conjunto experimental

Se fabricaron 28 bordes activos, de un núcleo de toba¹ (Figura 1a), por lascado de percusión directa con percutor duro de granito. Se obtuvieron lascas angulares medianas a grandes (Bagolini 1968) y se conformaron grupos de cuatro instrumentos. Cada grupo se conformó para diferentes objetivos, ya sea diferentes actividades a desarrollar, diferentes materiales trabajados y diferentes tiempos de uso del instrumento, con ángulos adecuados (mayor a 60°) para el raspado en una acción longitudinal (Figura 1b).

Figura 1. A) Corte delgado de la roca utilizada para la confección del conjunto de instrumentos experimentales. B) Conjunto de instrumentos utilizados durante la experiencia.

Se estudió la acción de raspado en lapsos diferentes (grupo 1, 5 minutos; grupo 2, 15 minutos; grupo 3, 30 minutos y grupo 4, 60 minutos) de: madera dura –MD-(*Schinopsis balansae*), y madera blanda-MB- (*Schinus longifolius*), hueso seco-HS- (Costilla de *Lama guanicoe*) y hueso fresco-HF(húmero de *Bos taurus*), y cuero seco sin pelo -CS- (*Bos taurus*), y cuero fresco sin pelo –CF-(*Bos taurus*).

Se consideraron las variables descriptivas generales (cuadro 1), que permiten caracterizar al instrumento antes, durante y después de la actividad desarrollada.

Cuadro 1. Variables descriptivas utilizadas en un trabajo anterior (Cattaneo y Fernández 2004) para caracterizar al conjunto lítico experimental.

Paso 2. Desarrollo y registro de las actividades

Para determinar de qué manera, o cómo, se generan las microhuellas se decidió registrar toda variable relevante de acuerdo a la bibliografía consultada y citada anteriormente. Con ello se confeccionó una ficha para cada instrumento en la que se registraba el estado inicial de la pieza y se especificaba el desarrollo de la actividad y otra ficha en la que se registraba el análisis del resultado de tal actividad.

También se generó un código de registro de variables, en el cual se estandarizaron las alternativas de registro para cada una de las categorías a analizar (Cattáneo y Fernández Ordóñez 2004a)², y se siguieron ciertos principios de experimentación, ya que las experiencias se condujeron utilizando una cierta clase acotada de materiales y la actividad fue diseñada con el propósito de realizar cada tarea eficientemente, no sólo “mecánicamente”.

Paso 3. Limpieza

Para eliminar los residuos orgánicos depositados sobre la superficie que trabajó se procedió a la limpieza de cada pieza con agua jabonosa y en algunos casos se aplicó alcohol etílico (96°) o acetona con hisopo. Previo a las observaciones por CLSM, se verificaba en cada pieza por lupa binocular y/o el microscopio de reflexión si restaban impurezas producto de la actividad desarrollada.

Paso 4. Observación e interpretación de microhuellas

4.1. Caracterización cualitativa de los fillos o bordes activos utilizados

De trabajos anteriores se contaba con la descripción de cada filo utilizado según observaciones por Lupa binocular Nikon SMZ 800 y en un

Microscopio de Reflexión Nikon Epiphot III (Cattáneo y Fernández Ordoñez 2004b). Se siguieron los criterios establecidos en el código antes mencionado (Cuadro 1 y Nota 2). Tales descripciones fueron basadas en los principios observacionales propuestos por Tringham *et al.* (1974) y Odell (1977).

De estos resultados sólo utilizamos aquí la información que había establecido cuáles eran los sectores de los bordes activos de cada instrumento que poseían rastros de utilización. Este paso no sería necesario en futuros trabajos, ya que las observaciones con el CLSM permiten la detección de microhuellas de uso rápidamente sin necesidad de análisis previos.

Figura 2. A) Observación en Lupa binocular Nikon SMZ 800 (al frente) y en un Microscopio de Reflexión Nikon Epiphot III (invertido) B) CLSM BioRad MRC600 C) Ejemplos de imágenes obtenidas con el CLSM, a 100x de magnificación en filos de instrumentos utilizados para raspar durante una hora.

4.2. Caracterización cuantitativa de los filos o bordes activos utilizados

De la colección experimental se obtuvieron 600 imágenes (Figura 2c) en formato .bmp, capturadas bajo las mismas condiciones experimentales. Las imágenes fueron ecualizadas utilizando un programa usual de manejo de imágenes para tomar en cuenta para el análisis todo el rango dinámico de la imagen, es decir, los tonos de gris con valores de 0 a 255. Las mismas fueron analizadas utilizando el programa PHILoS, creado específicamente para estudiar comparativamente la textura o rugosidad. Dicho programa utiliza como entrada una serie de imágenes y genera Matrices de Co-ocurrencia (Aksoy y Haralick 2001), introducido por Haralick *et al.* (1973).

La matriz de Co-ocurrencia (GLCM) es una herramienta estadística bien conocida para la obtención de información de textura de imágenes y, en particular de ruido de distintas correlaciones espaciales. Se ha utilizado ampliamente esta técnica desde el análisis de imágenes satelitales hasta la clasificación de núcleos celulares. En recientes investigaciones se la ha utilizado para la caracterización de rugosidades (Grace 1989; Gadelmawla 2004).

Las GLCM pueden ser calculadas simétrica o asimétricamente y a partir de ellas se pueden obtener valores de distintos descriptores, los cuales se ubican en dos grupos particulares, *pesados por el valor del elemento* o *pesados por la posición* dentro de la matriz. En el primer grupo se encuentra la *Energía* y la *Entropía estadística* y en el segundo la *Correlación*, la *Variancia*, la *Inercia*, etc. En realidad, los descriptores mencionados son los más comunes, pero se puede definir aquel descriptor que mejor se adecue al problema a resolver.

La GLCM de la imagen digital de un filo es un histograma que contabiliza la frecuencia de aparición de pares de píxeles separados espacialmente en la imagen por distancias horizontales y verticales predeterminadas en función de sus valores respectivos. Estos histogramas pueden ser representados y visualizados y la dispersión de sus valores puede dar una idea de las frecuencias espaciales presentes en la imagen, por observación directa o por análisis numérico (descriptores, etc.).

Si se construye una serie de GLCMs de una imagen en función, por ejemplo, del espaciado de los pares de píxeles a considerar, su evolución

según alguna dirección caracterizará el tipo de contenido “de ruido” de la imagen que está siendo analizada (Figura 3 a y b). Así, esta técnica también permite estudiar y comparar series de matrices de distintas muestras sin la necesidad de normalizar las imágenes (Gadelmawla 2004); por ello este proceso es significativamente poderoso.

Figura 3. A) Imagen HS301, de raspado de Hueso seco y B) una representación grafica de su matriz de co-ocurrencia.

IV.-LA ESTRATEGIA DE ANALISIS CON EL PROGRAMA PHILOS

Para el diseño y prueba del software de comparación de fillos se siguieron varios pasos:

Paso 1. Implementación de descriptores. En él se realizó la prueba del programa que genera los descriptores de GLCMs.

Paso 2. Reconocimiento de imágenes. En él se efectuó una prueba de reconocimiento de imágenes mediante descriptores de GLCMs.

Paso 3. Puesta a punto de la base de datos de imágenes de rastros de uso. En la misma se realizó una prueba de reconocimiento de imágenes mediante descriptores de GLCMs.

Para poner en práctica el programa de análisis por software se procedió, entonces, así:

Paso 1. Implementación de descriptores.

Se confeccionó para el análisis un juego de imágenes en escala de grises cuyos valores de descriptores fueran fácilmente calculables. Las primeras

son un conjunto de imágenes de 300×300 píxeles, todos de valores 0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 y 255, como muestra la Figura 4. También se confeccionó una imagen en escala de grises al azar de 4×4 píxeles que se muestra en la Figura 5.

Figura 4: Imágenes de valores constantes.

Figura 5: Imagen al azar.

La Figura 5 fue analizada con PHILOS y sus resultados se muestran en la Tabla 1. Así, los elementos no nulos de la GLCM normalizada para dicha imagen están expresados según una matriz no simétrica.

Tabla 1: Elementos no nulos de la matriz de Co-ocurrencia normalizada para "Imagen.bmp".

A las imágenes de las Figuras 4 a 5 se les aplicó el programa PHILOS, para extraer los siguientes descriptores:

$$\text{Contraste} \quad \sum_i \sum_j (i-j)^2 P_d(i, j) \quad [1]$$

$$\text{IDM} \quad \sum_i \sum_j \frac{P_d(i, j)}{(i-j)^2}, \quad i \neq j \quad [2]$$

$$\text{Energía} \quad \sum_i \sum_j [P_d(i, j)]^2 \quad [3]$$

$$\text{Entropía} \quad - \sum_i \sum_j P_d(i, j) \log P_d(i, j), \quad P_d(i, j) \neq 0 \quad [4]$$

donde $P_d(i, j)$ es el valor del elemento (i, j) de la matriz de co-ocurrencia normalizada para cada imagen (considerando como par el siguiente píxel en diagonal), IDM es el “*Inverse Difference Moment*”. Además, los logaritmos en la [4] son calculados en base 10.

En las Tablas 2 y 3 se comparan los valores esperados con los valores calculados por PHILOS para cada imagen:

Tabla 2: Descriptores Contraste e IDM.

Tabla 3: Descriptores Energía y Entropía.

En todos los casos, los valores esperados son iguales a los calculados por el programa PHILOS hasta por lo menos 6 cifras significativas.

Paso 2. Reconocimiento de imágenes.

Se tomó un juego de cinco imágenes de Brodatz (Brodatz 1966) (de 640×640 píxeles), que aparecen en la Figura 6. De cada una de ellas se extrajeron diez zonas más pequeñas, de 200×200 píxeles y se armaron cinco “clases” conteniendo diez imágenes cada una.

Figura 6: Imágenes de Brodatz seleccionadas (Brodatz 1966).

Las imágenes de cada “clase” se utilizaron como entrada al programa PHILOS teniendo la estrategia de comparar cada píxel con el píxel vecino inmediato abajo a la derecha. Con ello se extrajeron los descriptores

enunciados en I.-: contraste, IDM, energía y entropía. Se procedió así: se eligió al azar una de las imágenes originales (“D24.bmp”), se tomó una sección ubicada al azar de 200×200 píxeles y se la denominó “INCOGNITA_D24.bmp” (Figura 7). Se sabe que esta imagen es de la “clase” “D24”, aunque el propósito de esta prueba es comprobar si es posible asociarla a su “clase”.

Si se considera que el juego de los cuatro descriptores para cada imagen representa un punto en el espacio 4D de descriptores, es posible determinar la distancia euclidiana d_c a las demás imágenes sencillamente mediante:

$$d_c = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 + (t_2 - t_1)^2} \quad [5]$$

donde las coordenadas con subíndice 2 corresponden a los descriptores de la imagen “INCOGNITA_D24.bmp” y las de subíndice 1 corresponden a cada una de las imágenes de cada “clase” C.

Figura 7: “INCOGNITA_D24.bmp”.

Así, los descriptores extraídos del conjunto de todas las imágenes de la base de datos permiten calcular por [5] sus distancias a la imagen “INCOGNITA_D24.bmp” en el espacio 4D. En la Tabla 4 se da una lista ordenada por distancias crecientes de las diez imágenes más cercanas, que resultan ser todas las de la clase “D24”. La undécima imagen según este orden pertenece a la clase “D6” y está a una distancia de aproximadamente 1251. Con esto se ha demostrado la capacidad de la técnica para discernir la

pertenencia de una imagen a un grupo particular entre varios grupos de imágenes de patrones visuales disímiles.

Tabla 4. Tabla de distancias euclidianas entre la imagen incógnita y las 10 imágenes más cercanas en el espacio de los descriptores.

Paso 3. Base de datos de imágenes de rastros de uso.

La técnica explicada en el *Paso 2* puede aplicarse a una imagen perteneciente a cualquier clase. Si se calculan sus distancias euclidianas a la totalidad restante de la base de datos, se ordenan de menor a mayor y de ellas se toman las n más cercanas, se verá cuántas de esas (c) pertenecen a la misma clase que la imagen original, así se puede definir la “*autoconsistencia local de rango n* ” como

$$g_n = \frac{c}{n} \quad [6]$$

Se llamará “*autoconsistencia promedio de clase de rango n* ” o simplemente “*autoconsistencia promedio*” de una clase (siempre que se dé por conocido n) al promedio de las autoconsistencias locales de una clase:

$$G_n = \overline{g_n} \quad [7]$$

Tanto [6] como [7], suelen expresarse de manera porcentual. Este parámetro permite indicar cuán discernible es una clase con respecto a las demás en una base de datos en función del juego de descriptores empleados. También en otros contextos la autoconsistencia ha sido utilizado exitosamente (Partio *et al.* 2002).

Otro parámetro que puede calificar a la base de datos es el porcentaje de veces que la moda estuvo en la clase a la que pertenece la imagen a considerar; a este indicador se lo llamará “*autoconsistencia de moda de rango n*”:

$$M_n = \frac{Max(c)}{n} \times 100 \quad [8]$$

Con esta medida se podrá claramente hacer una primera estimación de cuantas imágenes sobre el total de la base de datos se agruparon con las de su misma clase.

V.- RESULTADOS

Del total de 600 imágenes obtenidas bajo las mismas condiciones experimentales con el CLSM de los filamentos activos del conjunto experimental se seleccionaron 120 de ellas para evaluar la autoconsistencia de rango 20 de cada una de las clases generadas por una misma acción, raspado, y un mismo tipo de material trabajado (MD, MB, HS, HF, CS, CF) con el Programa PHILOS.

En la Figura 8 se presenta un ejemplo: se tomó un caso de imagen producto de raspado de madera dura, la imagen MD414.bmp y se ilustran las 20 imágenes con las cuales se agrupó una vez aplicado el programa PHILOS. Además, puede observarse que dieciséis de las veinte imágenes se corresponden con las de su misma clase (MD) y cuatro de ellas pertenecen a la clase de madera blanda (MB). Es decir, se obtuvo una autoconsistencia promedio de 80% al aplicar el programa PHILOS. Al considerar todas las

imágenes de la clase y calcular la autoconsistencia promedio se obtuvo un valor de 64 % (Tabla 6).

Figura 8. Ejemplo de agrupamiento por aplicación del programa PHILOS para un caso de imagen producto de raspado de madera dura.

Tabla 5. Valores de las *autoconsistencias de moda de rango 20* obtenidas con el programa PHILOS para todas las clases del conjunto experimental de filos líticos con microhuellas de uso.

Tabla 6. Valores de *autoconsistencia promedio (en porcentajes)* de imágenes por clase de acuerdo a su procesamiento con el programa PHILOS.

Es decir, la tabla 5 expresa el grado de acierto que el programa brinda para distinguir las clases, mientras que la Tabla 6 indica la dispersión de esa certeza.

Teniendo en cuenta esto, pueden hacerse las siguientes consideraciones para cada clase:

Para la clase raspado de cuero fresco

Esta clase de imágenes resultó ser la que menor autoconsistencia de moda de rango posee al aplicar el programa PHILOS. Es decir, solo un 35% de las imágenes que se analizaron se agruparon con las procedentes de su misma clase, mientras que un 45% de las imágenes se agruparon con aquellas procedentes de trabajo de cuero seco, el mismo material pero en otro estado de conservación. El restante 20% se agrupó con imágenes procedentes de raspado de hueso seco (Tabla 5).

En esta clase se agruparon además imágenes con bajos porcentajes de autoconsistencia promedio: 37% para las dos clases de cuero, 1,25% para de las clases de raspado de hueso fresco, y 1,3% y 1,8% para raspado de madera blanda y dura respectivamente (Tabla 6).

Para la clase raspado de cuero seco

Los valores de autoconsistencia de moda de rango 20 se elevan para esta clase, obteniéndose un 40% de imágenes procedentes de la misma clase.

Siguiendo el mismo patrón de probabilidades descrito para el caso anterior, hay un 40% de imágenes provenientes de raspado de cuero fresco que se agrupan en esta clase y un 20% en la clase de hueso seco. Se discriminó completamente de las clases hueso fresco, y maderas, tanto blanda como dura (Tabla 5).

Si observamos la autoconsistencia promedio aunque los valores de moda son los mismos (40%), los de clase varían de 36% para el CF a 33% para el CS. Ninguna de las otras clases se acerca a estos valores, encontrándose un 24% para HS, y valores inferiores al 4% para las demás (Tabla 6).

Para la clase raspado de hueso fresco

A diferencia de lo ocurrido con las clases de raspado de cuero las imágenes obtenidas del trabajo de hueso fresco se diferencian notablemente del resto del conjunto. Del total de las imágenes de la clase, un 80% corresponde con la misma. El resto pertenece con un 15% de las imágenes de

raspado de hueso pero seco y un bajo porcentaje, 5%, a raspado de madera dura (Tabla 5).

La autoconsistencia promedio para las imágenes de la misma clase llega a un 65%. En segundo lugar, bastante distante con un 20%, encontramos un grupo de imágenes de raspado de hueso seco. Finalmente, no existe inclusión de ninguna imagen de raspado de madera blanda y escasos casos de cuero fresco (1.5%) o cuero seco (2.5%) (Tabla 6).

Para la clase raspado de hueso seco

En este caso, la mayoría de las imágenes, un 65%, se concentraron con las correspondientes a su clase, el raspado de hueso seco. En segundo lugar, un 30% de los casos se corresponden con imágenes de raspado de cuero seco y un 5% con raspado de cuero fresco. Con respecto al raspado de madera no se observó en ningún caso que la autoconsistencia de moda de rango 20 incluya el agrupamiento con mayoría de imágenes procedentes de tres clases: hueso fresco, madera blanda y madera dura (Tabla 5).

Si tomamos en cuenta la autoconsistencia promedio se observa un máximo de 41% para las imágenes de su misma clase. Se obtuvieron valores algo superiores al 20% para las dos clases de cuero y menores al 10% para el resto de las clases (Tabla 6).

Para la clase raspado de madera blanda

Este tipo de imágenes posee 85% de autoconsistencia de moda de rango 20, con excelente discriminación, tal como se vio anteriormente en el

ejemplo de la Figura 8. Sólo un 15% correspondió con la MD. No existió agrupamiento con casos de imágenes producto de raspado de cuero fresco, cuero seco ni hueso fresco (Tabla 5).

Si observamos la autoconsistencia promedio (Tabla 6) vemos que la clase posee el valor más alto, 68%, y se completa con un 32% de imágenes producto del raspado de madera pero dura.

Para la clase raspado de madera dura

Del conjunto de imágenes de la clase, si consideramos la autoconsistencia de moda de rango 20, en un 80% de los casos se obtuvieron imágenes producto de raspado de madera dura. Además, ningún caso se agrupó con imágenes producto de raspado de cuero, ya sea fresco o seco. De las restantes asociaciones se pudo observar que un 15% correspondía a imágenes de trabajo de madera blanda y un 5% a raspado de hueso fresco, es decir, materiales ambos de dureza importante. Se discriminó completamente de las dos clases de cuero (Tabla 5).

Considerando la autoconsistencia promedio el valor máximo se obtiene para la misma clase, 64%, mientras que en segundo lugar se halla la clase madera blanda con 31%. En bajísimos porcentajes 5.5% y 0,3% se agrupó con imágenes provenientes de raspado de hueso fresco y seco respectivamente (Tabla 6).

Por otro lado, al aplicar el programa PHILLOS a la base de datos de imágenes se obtiene un agrupamiento de valores de descriptores y de su respectivo desvío estándar, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Valores promedio de los descriptores por clase y sus desviaciones estándar (DS).

Dados estos valores, se permite ubicar a cada clase dentro de una región en el espacio 4D definida por el punto promedio de la clase (Tabla 7), y contenido en una “caja” cuyas dimensiones son el doble de las desviaciones estándar. Dada la dificultad de representar en el espacio 4D, en la Figura 9 se muestra un corte 3D según los descriptores Energía, Contraste e IDM.

Figura 9. Corte en tres dimensiones del conjunto de datos de los descriptores obtenidos para las imágenes de cada clase de material trabajado.

(La escala de contraste está dividida por 10^4).

De acuerdo a los valores promedio de descriptores se puede decir que no hay superposición de los mismos y que las clases ocupan espacios diferentes, comparados uno a uno. Si consideramos el desvío estándar de los mismos se observa que aparecen algunas superposiciones de clase. En cuanto al descriptor Contraste se superponen los valores de las dos clases de cuero mientras que en las demás, no hay superposición alguna. Relativo a los valores promedio de IDM de las seis clases, en tres de ellas no se observó superposición (CF, MB, MD) y en las demás se registró una superposición importante para el caso de la clase CS con HF, y una algo menor para HF con HS (Tabla 7).

Relativo al promedio de Energía de las clases no hubo superposición de valores para CS y se reconoció una superposición en distintos grados entre

CF, HF y MB, los materiales mas blandos o frescos mientras que los demás valores se agruparon superponiéndose para los materiales mas duros, HS y MD (Tabla 7).

Finalmente, para el caso del descriptor Entropía se registran valores similares a los de la Energía, donde para la clase CS que no se registraron valores promedio superpuestos. Sí se agrupan las clases CF, HF, y MB con distintos grados de superposición de valores. Otro grupo correspondería a las imágenes de las clases HS y MD (Tabla 7).

VI.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las imágenes correspondientes a muestras de instrumentos utilizados para el raspado de *madera blanda* obtuvieron la mayor autoconsistencia del conjunto experimental, diferenciándose con altísimos porcentajes del resto de la muestra. El valor de los descriptores obtenidos a partir de estas imágenes no se superpone en ningún caso con las imágenes del raspado de cuero fresco y seco y el hueso fresco y seco (Tabla 7 y Figura 9). En principio, este tipo de imágenes sería una de las clases con mayores probabilidades y sin dificultades de ser analizada correctamente al aplicar el programa PHILOS.

En segundo lugar, se encontró a los valores de los descriptores procedentes de las imágenes del raspado de *madera dura* y *hueso fresco*, con un 80% de aciertos ambos casos cuando se las agrupan utilizando el programa PHILOS.

Dentro de la clase de imágenes obtenidas de muestras utilizadas para el trabajo sobre *madera dura* hay un 15% de las imágenes que indican por el valor de sus descriptores raspado de madera blanda, y un 5% - es decir sólo una de las imágenes- se agrupó con una mayoría (50%) de imágenes de trabajo de hueso fresco y con 45% de madera dura. Es decir por sólo dos imágenes el grupo no cayó en que la autoconsistencia tuviera su máximo promedio para la misma clase. Esta situación podría mejorar si se eliminara esa imagen y se reemplazara por otra y/u otras que definieran mejor la clase en estudio. De todas maneras al complementar el análisis con el estudio de los valores de los promedios de los descriptores (Tabla 7 y Figura 9) se pudo afirmar que la clase MD no se superpone con los promedios de las otras cinco clases, permitiendo separarla claramente.

En cuanto a la clase *hueso fresco*, 16 de las 20 imágenes tuvieron su autoconsistencia con el máximo de la misma clase, es decir, las probabilidades de ubicar una nueva imagen con este grupo son de 80%, obteniéndose muy buenos resultados. Esta clase se discriminó con respecto al trabajo de los cueros y la madera blanda, aunque el promedio de sus descriptores se encuentra cercano, como ya se mencionó al de las clases de materiales blandos.

Cuando se analizaron los resultados de autoconsistencia de la clase *hueso seco*, que obtuvo un 65% de concordancias, vemos que se discriminan razonablemente, con buenas probabilidades interpretativas de las imágenes de MB, MD, HF y CF, no encontrándose en ninguna de estas clases el máximo de autoconsistencia de rango. Esto permite separar el trabajo de materiales o muy

blandos o demasiado duros. La clase con la que se superpone en un 30% corresponde al cuero seco con 6 casos sobre 20. Sería interesante explorar otros descriptores que permitan diferenciar algún ordenamiento diferente de la matriz de Co-ocurrencia para detectar el porqué de las superposiciones registradas, que aparentemente se encuentran muy orientadas por el Contraste y el IDM de las imágenes.

Finalmente tenemos las dos clases de uso sobre cuero, con promedios de autoconsistencia de 35% y 40%, lo que podría considerarse algo bajos a los fines interpretativos. En la Tabla 7 y Figura 9 los valores promedio de los descriptores de la clase *cuero fresco* muestran una gran dispersión en cuanto a su Energía, pero el promedio se encuentra claramente separado del resto de las clases. En cuanto a la clase *cuero seco* si bien se vincula con HS en cuanto a Contraste y Energía, se diferencia en cuanto al IDM. Esto quiere decir que existe una mayor probabilidad promedio de clasificar el raspado de cuero fresco considerándolo como de raspado de cuero seco. Hay varias posibilidades futuras de mejorar los resultados que hemos logrado hasta el momento, por un lado ampliando la base de datos de las muestras experimentales, y por otro, combinando el uso de este programa con técnicas de observación tradicional, las cuáles seguirán brindando apoyatura a nuestras interpretaciones.

La combinación de las utilidades del programa Philos: cálculo de matriz de Co-ocurrencia, cálculo de descriptores y el cálculo de promedios sumado a la excelente calidad de las imágenes obtenidas con el CLSM permiten profundizar en el análisis de las imágenes de huellas de uso desde la

perspectiva cuantitativa, creemos que exitosamente. Esperamos en un futuro próximo desarrollar su aplicación a los casos arqueológicos mencionados profundizando también los programas experimentales que sumen imágenes a la base de datos original, especialmente para otras materias primas líticas y consideren otros temas, tales como el análisis de imágenes de huellas tecnológicas, huellas producto de procesos de formación de sitio, formación de pátinas, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto ANPyCT 25.347 para Jóvenes Investigadores, bajo el auspicio del CONICET, y de los proyectos N432 y X380 de la Universidad Nacional de La Plata. Parte de la actividad fue financiada por la Fundación para la Innovación Tecnológica, INNOVATEC, La Plata, Argentina. Pablo Meilán y Damián Gulich son becarios de INNOVATEC. Al señor Nahuel Lofeudo (Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, Argentina) por su participación en el desarrollo del programa PHILoS. A la Lic. Cristina Bellelli por sus valiosos comentarios.

BIBLIOGRAFIA

- Aguerre, A.
1977 Nuevo fechado radiocarbónico para la Cueva de Las Manos (Santa Cruz). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XI* (NS): 129-142. Buenos Aires, Argentina.
- Aguerre, A.

- 1981-82 Niveles Inferiores de la Cueva Grande (Arroyo Feo) Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XIV* (2): 211-240. Buenos Aires, Argentina.
- Aguerre, A.
1994 Análisis lítico capas 6, 7 y 8 del Alero Cárdenas. En: Gradin, C. y A. Aguerre *Contribución a la arqueología del Río Pinturas. Provincia de Santa Cruz*: 129-133. Búsqueda de Ayllu. Concepción del Uruguay. Argentina.
- Akoshima, K.
1981 An experimental study of microflaking—report of Tohoku University microflaking research team (English summary). *Kokogaku Zasshi* 66, 1–27.
- Aksoy S. y R. M. Haralick.
2001 Feature normalization and likelihood-based similarity measures for image retrieval. *Pattern Recognition Letters* 22(5):563--582,
- Álvarez, M.
2003 Organización tecnológica en el Canal de Beagle. El caso Túnel (Tierra del Fuego, Argentina). Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. MS.
- Álvarez, M.
2004 Prácticas tecnológicas durante las ocupaciones tempranas del Canal de Beagle. *Libro de resúmenes XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina* pp: 130. Río Cuarto, Córdoba.
- Álvarez, M., A. Lasa y E. Mansur
2000 La explotación de recursos naturales perecederos. Análisis funcional de los raspadores de la costa norte del Canal de Beagle. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXV* (NS):275-296. Buenos Aires, Argentina.
- Aschero, C.A.
1975-83 *Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos*. En: Informe al CONICET N° 5. Inédito. Argentina.
- Aschero, C.A.
1987 Tradiciones culturales en la Patagonia Central -una perspectiva arqueológica-. En *Comunicaciones de las Primeras Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, Gobierno de la Provincia del Chubut, Serie Humanidades 2:17-26. Dirección de Impresiones Oficiales, Rawson, Argentina.
- Bagolini, B.
1968 Ricerche sulle dimensioni dei manufatti litici preistorici non ritoccati. *Annali dell'Università de Ferrara. Nuova Serie. Sezione XV*, Vol. 1 n° 10195-219. Ferrara
- Bamforth, D.
1988 Investigating microwear polishes with blind tests: the Institute results in context. *Journal of Archaeological Science* 15, 11–23.
- Bamforth, D. M., Burns, G. R. y C. Woodman
1990 Ambiguous use-traces and blind test results: new data. *Journal of Archaeological Science* 17, 413–430.

- Beyries, S., Delamare, F. y J.C. Quantin
1988 Traceologie et rugosimétrie tridimensionnelle *Industries lithiques: traceologie et technologie*, Vol. 2. S. Beyries, Ed. *British Archaeological Reports International Series* 411, pp. 115–132.
- Brodatz, P.
1966 Textures – a photographic album for artists and designers. New York: Dover Publications Inc.
- Castro, A. y J.E. Moreno
1993-1994 Determinación de enmangues en instrumentos líticos por medio del análisis de huellas de utilización. *Paleoetnológica* 7: 7-20.
- Cattáneo, G.R. y M. Fernández Ordoñez
2004a Código de análisis de rastros de uso en filos líticos. MS.
- Cattáneo, G.R. y M. Fernández Ordoñez
2004b Programa de observación de microhuellas de uso en instrumentos líticos y su aporte a la discusión de la funcionalidad de sitios: datos experimentales y arqueológicos. *Libro de resúmenes XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina* pp:165. Río Cuarto, Córdoba.
- Collin, F. y P. Jardón-Giner
1993 Travail de la peau avec des grattoirs emmanchés. Réflexions sur des bases expérimentales et ethnographiques. *Traces et fonctions: les gestes retrouvés. Colloque International de Liège*. Editions ERAUL, Vol. 50. Pp.105-117.
- Dumont, J. V.
1982 The quantification of microwear traces: A new use for interferometry. *World Archaeology* 14: 206–217.
- Gadelmawla, E.S.
2004 A vision system for surface roughness characterization using the gray level co- occurrence matrix. *NDT&E International* (37)7: 577–588.
- Gendel, P. A. y L. Pirnay
1982 Microwear analysis of experimental stone tools: further test results. In (D. Cahen, Ed.) *Tailler! pourquoi faire: Préhistoire et technologie lithique II, Recent progress in microwear studies*. Tervuren: Studia Praehistorica Belgica 2, Musée royal de l'Afrique centrale, pp. 251–265.
- Grace, R.
1989 Interpreting the Function of Stone Tools: The Quantification and Computerization of Microwear Analysis. Oxford: *British Archaeological Reports International Series* 474.
- Grace, R.
1990 The limitations and applications of use wear analysis. En (B. Graslund, H. Knutsson, K. Knutsson & J.Taffinder, Eds) *The Interpretive Possibilities of Microwear Analysis*. Uppsala: AUN 14, Societas Archaeologica Upsaliensis, pp. 9–14.
- Grace, R.
1993 The use of expert systems in lithic analysis. *Traces et fonction: Les Gestes Retrouvés*, P. C. Anderson, S. Beyries, M. Otte & H. Plisson, Eds Vol. 2. Liège: College International de Liège, Editions Eraul, no. 50, Centre de Recherches Archeologiques du CNRS,

- Etudes et Recherches Archeologiques del'Universite' de Liege, pp. 389–400.
- Grace, R.
1996 Review article: use wear analysis: the state of the art. *Archaeometry* 38: 209–229.
- Grace, R., Graham, I. D. G. y M. H. Newcomer
1985 The quantification of microwear polishes. *World Archaeology* 17: 112–120.
- Grace, R., Graham, I. D. G. y M. H. Newcomer
1987 The mathematical characterization of wear traces on prehistoric flint tools. *The Human Uses of Flint and Chert: Papers from the Fourth International Flint Symposium*. G. de G. Sieveking y M. Newcomer, Eds. Cambridge University Press, pp. 63–69.
- Gradin, C.
1977 Las pinturas rupestres del Alero Cárdenas. Provincia de Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XI: 143-158. Buenos Aires, Argentina.
- Gradin, C.
1980 Secuencias radiocarbónicas del sur de la Patagonia argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XIV(1): 177-194. Buenos Aires, Argentina.
- Gradin, C.
1981-82 Las pinturas rupestres de la Cueva Grande (Arroyo Feo). Alto Río Pinturas, Provincia de Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XIV(2): 241-265. Buenos Aires, Argentina.
- Gradin, C. y A. Aguerre
1988 Algunos aspectos de la dinámica poblacional en la Cuenca del Río Pinturas. *Resúmenes de las ponencias presentadas en el IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. UBA. Buenos Aires, Argentina.
- Gradin, C. y A. Aguerre
1991 Ocupaciones Patagónicas de la capa 3 del Alero Cárdenas (Área Río Pinturas), provincia de Santa Cruz. *Arqueología* 1: 197-205
- Gradin, C. y A. Aguerre
1992 Nuevo aporte al conocimiento de la dinámica poblacional en la Cuenca del Río Pinturas, Pcia. de Santa Cruz. En: Borrero y Lanata Ed. *Uso del espacio en Patagonia*. Búsqueda de Ayllu. Concepción del Uruguay.
- Gradin, C. y A. Aguerre
1994 *Contribución a la arqueología del Río Pinturas. Provincia de Santa Cruz*. Búsqueda de Ayllu. Concepción del Uruguay. Argentina.
- Gradin, C., Aschero, C. y A. Aguerre
1979 Arqueología del Área Río pinturas. Provincia de Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XIII (NS): 183-228. Buenos Aires, Argentina.
- Gulich, D. y N. Lofeudo
2005 Programa Philos. Desarrollo para el CIOp. Laboratorio de Procesamiento Láser. CIC-CONICET-UNLP.
- Haralick R.M., Shanmugam K, Dinstein I.

- 1973 Textural features for image classification. *IEEE Trans. Syst. Man Cybernet* 3:610-21
- Hayden, B.
1986 Use and Misuse: The analysis of Endscrapers. *Lithic Technology* Vol. 15 (2):82-89.
- Holley, G. y T. Del Bene
1981 An evaluation of Keeley's microwear approach. *Journal of Archaeological Science* 8: 337–352.
- Hurcombe, B.
1988 Some criticism and suggestions in response to Newcomer *et al.* (1986). *Journal of Archaeological Science* 1: 1-10
- Jardón-Giner, P. y D. Sacchi,
1994 Traces d' usage et indices de réaffutages et d' emmanchements sur des grattoirs magdaléniens de la Grotte Gazel Á Sallèles-Cabardes (Aude, France). *L' Anthropologie* 98 N° 2-3:427-446.
- Keeley, L. H.
1974 Technique and methodology in microwear studies: a critical review. *World Archaeology* 5: 323–336.
- Keeley, L. H.
1976 Microwear on flint: some experimental results. *Second International Symposium on Flint*. F. Engelen, Ed. Maastricht: Nederlands Geologische Vereniging, pp. 49–51.
- Keeley, L. H.
1978 Microwear polishes on flint: some experimental results. *Lithics and Subsistence: The Analysis of Stone Tool Use in Prehistoric Economies*. D. Davis, Ed. Nashville: Vanderbilt University, Publications in Anthropology No. 20, pp. 163–178.
- Keeley, L. H.
1980 *Experimental Determination of Stone Tool Uses. A Microwear Analysis*. Prehistory, Archaeology and Ecology Series. The University of Chicago Press.
- Keeley, L. H. y M. H Newcomer
1977 Microwear analysis of experimental flint tools: a test case. *Journal of Archaeological Science* 4: 29–62.
- Kimball, L. R., Kimball, J. F. y P. E. Allen
1995 Microwear polishes as viewed through the atomic force microscope. *Lithic Technology* 20(1): 6–28.
- Knutsson, K., Dahlquist, B. y H.Knutsson
1988 Patterns of tooluse; the microwear analysis of the quartz and flint assemblage from the Bjurselet Site, Vasterbotten, Northern Sweden. *Industries lithiques: Traceologie et Technologie*, Vol. 1. S. Beyries, Ed. *British Archaeological Reports International Series* 411, pp. 253–294.
- Leipus, M.
1999 “Análisis Funcional: caracterización de los microrrastros de uso en materias primas líticas de la Región Pampeana”. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, La Plata. Editorial Universitaria. Tomo I: 345-354.
- Leipus, M.

- 2001 “Análisis de rastros de uso experimentales en materias primas líticas de la Región Pampeana”. *Arqueología Uruguaya hacia fines del milenio*, Tomo I: 491-503. Colonia del Sacramento, Uruguay.
- Leipus, M.
2004 “Tendencias en el uso de los artefactos líticos en la Subregión Pampa Húmeda: relación entre morfología y función a partir del análisis de microrrastros de utilización”. *El Area Pampeana - Su Pasado Arqueológico*. C. Gradín y F. Oliva Editores:123-130. Laborde Editor.
- Lepistö,L., Kunttu,I., Autio,J., y A.Visa,
2003 Rock Image Classification Using Non-Homogeneous Textures and Spectral Imaging. WSCG 2003. The 11-th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision’.
- Mansur-Franchomme, M. E.
1983 Scanning electron microscopy of dry hide working tools: the roles of abrasives and humidity in microwear polish formation. *Journal of Archaeological Science* 10: 223–230.
- Mansur M. E.
1999 Análisis de instrumental lítico: problemas de formación y deformación de rastros de uso. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina (1):355-366*. La Plata.
- Mansur M. E.
2001 Aplicación del análisis de imágenes digitalizadas a la caracterización de rastros de uso en instrumentos líticos. *Libro de resúmenes del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Pp: 190 Rosario, Sta Fé.
- Mansur M. E. y A. Lasa
2004 Tecnología y Función el el IV componente de Tunel I (Tierra del Fuego). *Libro de resúmenes del XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina* 131, Río Cuarto, Córdoba.
- Mansur M. E. y R. A. Srehnisky
1996 El alisador basáltico de Shamakush I: microrrastros de uso mediante el análisis de imágenes digitalizadas. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXI (NS):267-288*. Buenos Aires, Argentina.
- Moss, E. H.
1987 A review of “Investigating microwear polishes with blind tests”. *Journal of Archaeological Science* 14: 473–481.
- Newcomer, M. H. y L. H. Keeley
1979 Testing a method of microwear analysis with experimental flint tools. En (B. Hayden, Ed.) *Lithic Use-Wear Analysis*. New York: Academic Press, pp. 195–206.
- Newcomer, M. H., Grace, R. y R. Unger-Hamilton
1986 Investigating microwear polishes with blind tests. *Journal of Archaeological Science* 13: 203–217.
- Newcomer, M. H., Grace, R. y R. Unger-Hamilton
1987 Microwear polishes, blind tests and texture analysis. *The Human Uses of Flint and Chert: Papers from the Fourth International Flint*

- Symposium*. G. Sieveking & M. Newcomer, Eds. Cambridge University of Cambridge Press, pp. 253–263.
- Newcomer, M. H., Grace, R. y R. Unger-Hamilton
1988 Microwear methodology: a reply to Moss, Hurcombe and Bamforth. *Journal of Archaeological Science* 15: 25–33.
- Odell, G.H.
1977 The application of micro-wear analysis to the lithic component of an entire prehistoric settlement: methods, problems, and functional reconstructions, Tesis Doctoral, Harvard University, Cambridge (MA).
- Odell, G.H., y F. Odell-Vereecken
1980 Verifying the reliability of lithic use wear assessment by “Blind Test”: the low power approach, *Journal of Field Archaeology* (7): 87-120.
- Paunero, R. y A. Castro
1997 Análisis lítico funcional del Componente Cultural Inferior del sitio C3T.C1. Ea. San Rafael, Santa Cruz, Argentina. *Libro de resúmenes del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*: p. 112, La Plata, Bs. As.
- Paunero, R. y A. Castro
2001 Análisis lítico y funcionalidad del Componente Inferior del sitio Cueva 3, localidad arqueológica Cerro Tres Tetras, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas*, Vol. 29: 189-206. Chile.
- Partio, M. , B. Cramariuc, M. Gabbouj, y A. Visa
2002 Rock Texture Retrieval using Gray Level Co-occurrence Matrix. NORSIG-2002, 5th Nordic Signal Processing Symposium, On Board Hurtigruten M/S, Trollfjord, Norway, October 4-7.
- Philibert, S.
1994 Approche techno-fonctionnelle et territoriale de la Balma Margineda, en Andorre, durant l' occupation du mésolithique ancien. *Cultures I Medi de la prehistoria a l'Edat Mitjana. Xé Colloqui Internacional d'arqueologia de Puigcerdá*: 113-118.
- Rees, D., Wilkinson, G. G., Grace, R. y C. R. Orton
1991 An investigation of the fractal properties of flint microwear images. *Journal of Archaeological Science* 18: 629–640.
- Rots, V., L. Pirnay, Ph. Pirson y O. Baudoux
2006 Blind tests shed light on possibilities and limitations for identifying stone tool prehension and hafting. *Journal of Archaeological Science* 33(7):935-952.
- Russ, J. C.
1993 Light scattering from fractal surfaces. *Journal of Computer-Assisted Microscopy* : 171–189.
- Russ, J. C.
1994 *Fractal Surfaces*. New York: Plenum Press.
- Semenov, S.A.
1964 *Prehistoric Technology*. Moonraker Press, London.
- Shea, J.J.
1987 On accuracy and relevance in lithic use-wear analysis, *Lithic Technology* 16: 44-50.

- Shea, J.J.
1988 Methodological considerations affecting the choice of analytical techniques in lithic use-wear analysis: tests, results and application, S. Beyries (Ed.), *Industries Lithiques, Tracéologie et technologie*, vol. 2, pp. 65-82 *British Archaeological Reports International Series* 411.
- Stemp, W. J. y M. Stemp,
2001 UBM laser profilometry and lithic use-wear analysis: a variable length scale investigation of surface topography. *Journal of Archaeological Science* 28: 81–88.
- Stemp, W. J. y M. Stemp,
2003 Documenting Stages of Polish Development on Experimental Stone tools: Surface characterization by Fractal Geometry using UBM Laser Profilometry. *Journal of Archaeological Science* 30: 287–296
- Tringham, R., G. Cooper, G.H. Odell, B. Voytek, y A. Whitman
1974 Experimentation in the formation of edge-damage: a new approach to lithic analysis, *Journal of Field Archaeology* 1: 171-196.
- Unrath, G., L. Owen, A. van Gijn, H. Moss, H. Plisson y P. Vaughan
1984-86 An evaluation of microwear studies: a multy-analyst approach. *Early Man News*. Part I: 9/10/11. Clark, D.W., H. Laville, H. Muller-Beck y A.V. Ranov eds. Pp:117- 176. Tubingen.
- Vaughan, P. C.
1981 *Lithic microwear experimentation and the functional analysis of a Lower Magdalenian stone tool assemblage*. Tesis Doctoral, University of Pennsylvania.
- Vaughan, P. C.
1985 *Use-Wear Analysis of Flaked Stone Tools*. The University of Arizona Press.
- Wadley, L., M. Lombard, y B. Williamson,
2004 The first residue analysis blind tests: results and lessons learnt. *Journal of Archaeological Science* 31(11):1491-1501.
- Walker, R.F., P. Jackway, y I. D. Longstaff,
1995 "Improving co-occurrence matrix feature discrimination", in *Proceedings DICTA-95 Digital Image Computing: Techniques and Applications*, Anthony Maeder and Brian Lovell, Eds., Brisbane, 6--8Dec., pp.643-648.
- Winiarska-Kabaonska, M.
1988 Examination of hafting traces on end-scrapers concentration III/75 from the site of Wojnowo "a" (western Poland). *Industries Lithiques. Tracéologie et technologie*, vol. 1: 53-68. S. Beyries, Ed. *British Archaeological Reports International Series* 411 (II). Oxford.
- Yacobaccio, H. D
1987 Los raspadores de Patagonia: un problema de multifunción *Comunicaciones*. 1eras Jornadas de Arqueología de la Patagonia. Serie humanidades Nro 2. Chubut. pp: 311-320
- Yacobaccio, H.D
1988 Multifunction and morphological homogeneity: a Patagonian case study. *Industries Lithiques. Tracéologie et technologie* 1: S. Beyries,

NOTAS

1- Toba chonítica vitroclástica, con un alto grado de desvitrificación y de composición riolítica. Compuesta por vitroclastos mayormente de cuarzo y feldespato (sanidina, mayormente), trizas vítreas. En menor porcentaje biotita desferrizada. La textura de la pasta es felsítica y fundamentalmente constituida por cuarzo anhedral y vidrio intersticial. Determinación: Lic. Claudia Di Lello.

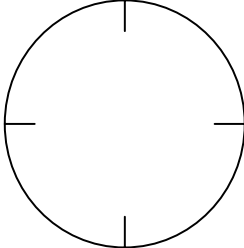
2- Código de análisis de rastros de uso en filos líticos. A continuación se presentan las categorías principales utilizadas para la descripción cualitativa de los bordes activos. El mismo fue tomado de Cattáneo y Fernández Ordoñez (2004), el cual es una versión modificada y ampliada de Hurcombe (1988).

<1. Datos generales

<p>1. LIMPIEZA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua 2. Agua jabonosa 3. Alcohol 4. Agua jabonosa y alcohol 5. Ácido clorhídrico 	<p>2. SUPERFICIE PREDOMINANTE</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Natural 2. Corteza 3. Con impurezas mineralógicas 4. Combinación de 1 y 2
<p>3. SECCION CORTE DISTAL</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biconvexa simétrica 2. Biconvexa asimétrica 3. Plano-convexa 4. Triangular o triédrica 5. Triangular recta o cuneiforme 6. Romboidal 7. Pentagonal 8. Hexagonal 9. Trapezoidal 10. Rectangular 11. Cuadrangular 12. Circular 13. Elíptica 14. Cóncava-convexa 15. Oval 16. Amorfa 17. No diferenciada 18. Plano cóncavo 19. Plana 20. Bicóncava 	<p>4. SECCIÓN CORTE PROXIMAL</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biconvexa simétrica 2. Biconvexa asimétrica 3. Plano-convexa 4. Triangular o triédrica 5. Triangular recta o cuneiforme 6. Romboidal 7. Pentagonal 8. Hexagonal 9. Trapezoidal 10. Rectangular 11. Cuadrangular 12. Circular 13. Elíptica 14. Cóncava-convexa 15. Oval 16. Amorfa 17. No diferenciada 18. Plano cóncava 19. Plana 20. Bicóncava

2. Variables en relación con los pulidos

<p>6. DISTRIBUCION DEL PULIDO EN LA SUPERFICIE</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Muy invasivo 2. Invasivo 3. Medianamente invasivo 4. Poco invasivo 	<p>7. PRESENCIA DE LASCADOS O MACHACADOS (100X)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Microlascados aislados 2. Microlascados agrupados 3. Microlascados continuos 4. Machacado aislado 5. Machacados agrupados 6. Machacados continuos 7. Combina 1 y 4 8. Combina 2 y 4 9. Combina 3 y 4
<p>8. VARIABLES EN RELACIÓN A ESTRIACIONES</p> <p>A) ANCHO DE LAS ESTRIAS (400x)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. < 2µm 2. 2-4 µm 3. > 4 µm 2. Mas de una clase de ancho presente <p>B) PROFUNDIDAD DE LAS ESTRIACIONES (ESTIMADO UNICAMENTE A 200 Y 400X)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Superficial (ancho mayor que profundidad) 2. Profunda (profundidad mayor que ancho) 3. Ambas <p>C) NUMERO DE ESTRIAS EN UN AREA DE ¼ DEL CIRCULO OPTICO (A 400X)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1-5 2. 6-10 3. 11-15 4. 16-20 5. 21-30 6. > A 30 	
<p>9. ORIENTACIÓN PREDOMINANTE DE LAS ESTRIAS EN RELACION AL EJE DEL FILO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Paralelas 2. Una diagonal 3. Diagonales cruzadas 4. Perpendiculares 5. Circulares 6. Otras 	<p>10. EXTENSION DE LA ATRICION A LO LARGO DEL FILO (200X)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Leve 2. Definida 3. Pronunciada 4. Severa 5. Bevelled
<p>11. INTENSIDAD DEL REDOND. DEL FILO CERCA DEL AREA PULIDA (A 200X)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bevelled 2. Muy redondeado 3. Redondeado 4. Suavemente redondeado 	<p>12. LOCALIZACION DEL PULIDO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cara dorsal 2. Cara ventral 3. Sobre arista 4. Sobre cara (central)

<p>13. DESARROLLO DEL PULIDO</p> <p>A) BRILLO DEL PULIDO (EN COMPARACIÓN CON SUPERFICIE NO ALTERADA) PREFERENTEMENTE A 200X</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Intenso 2. Brillante 3. Brillo claro 4. Brillo opaco 5. Opaco <p>B) TEXTURA DEL PULIDO DADO COMO UNA COMBINACION DE 2 NUMEROS SEPARADOS POR UN GUIÓN QUE REPRESENTAN LA APARIENCIA GENERAL DE LA SUPERFICIE ALTERADA A200X Y LA TEXTURA FINA A 400X.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Muy liso 2. Liso 3. Liso ondulado 4. Suavemente ondulado 5. Medianamente ondulado 6. Ondulado 	<p>14. LOCALIZACION DEL PULIDO EN RELACION AL CONTORNO DE LA PIEZA</p> <p>Se determina posicionado la pieza de acuerdo a Aschero (1975-83) y utilizando el sistema de números arábigos del 1 al 12 en el sentido del reloj</p> 																
<p>15. DISTINCION ENTRE LA SUPERFICIE ALTERADA Y LA NO ALTERADA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Muy distinta 2. Distinta 3. Limite gradual 4. Gradación casi imperceptible 	<p>16. EXTENSION DEL AREA PULIDA EN LA CARA DORSAL (MEDIDA PERPENDICULARMENTE AL FILO)</p> <table border="0"> <tr> <td>1. < 15µm</td> <td>8. 151-200 µm</td> </tr> <tr> <td>2. 16-30 µm</td> <td>9. 201-250 µm</td> </tr> <tr> <td>3. 31-50 µm</td> <td>10. 251-300 µm</td> </tr> <tr> <td>4. 51-75 µm</td> <td>11. 301-350 µm</td> </tr> <tr> <td>5. 76-100 µm</td> <td>12. 351-400 µm</td> </tr> <tr> <td>6. 101-125 µm</td> <td>13. 401-450 µm</td> </tr> <tr> <td>7. 126-150 µm</td> <td>14. 451-500 µm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15. 501 a + µm</td> </tr> </table>	1. < 15µm	8. 151-200 µm	2. 16-30 µm	9. 201-250 µm	3. 31-50 µm	10. 251-300 µm	4. 51-75 µm	11. 301-350 µm	5. 76-100 µm	12. 351-400 µm	6. 101-125 µm	13. 401-450 µm	7. 126-150 µm	14. 451-500 µm		15. 501 a + µm
1. < 15µm	8. 151-200 µm																
2. 16-30 µm	9. 201-250 µm																
3. 31-50 µm	10. 251-300 µm																
4. 51-75 µm	11. 301-350 µm																
5. 76-100 µm	12. 351-400 µm																
6. 101-125 µm	13. 401-450 µm																
7. 126-150 µm	14. 451-500 µm																
	15. 501 a + µm																
<p>17. EXTENSION DEL PULIDO EN LA CARA VENTRAL DORSAL (MEDIDA PERPENDICULARMENTE AL FILO)</p> <table border="0"> <tr> <td>1. < 15µm</td> <td>9. 201-250 µm</td> </tr> <tr> <td>2. 16-30 µm</td> <td>10. 251-300 µm</td> </tr> <tr> <td>3. 31-50 µm</td> <td>11. 301-350 µm</td> </tr> <tr> <td>4. 51-75 µm</td> <td>12. 351-400 µm</td> </tr> <tr> <td>5. 76-100 µm</td> <td>13. 401-450 µm</td> </tr> <tr> <td>6. 101-125 µm</td> <td>14. 451-500 µm</td> </tr> <tr> <td>7. 126-150 µm</td> <td>15. 501 a + µm</td> </tr> <tr> <td>8. 151-200 µm</td> <td></td> </tr> </table>		1. < 15µm	9. 201-250 µm	2. 16-30 µm	10. 251-300 µm	3. 31-50 µm	11. 301-350 µm	4. 51-75 µm	12. 351-400 µm	5. 76-100 µm	13. 401-450 µm	6. 101-125 µm	14. 451-500 µm	7. 126-150 µm	15. 501 a + µm	8. 151-200 µm	
1. < 15µm	9. 201-250 µm																
2. 16-30 µm	10. 251-300 µm																
3. 31-50 µm	11. 301-350 µm																
4. 51-75 µm	12. 351-400 µm																
5. 76-100 µm	13. 401-450 µm																
6. 101-125 µm	14. 451-500 µm																
7. 126-150 µm	15. 501 a + µm																
8. 151-200 µm																	

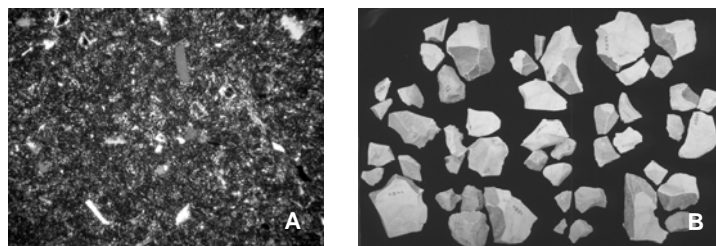


Figura 1. A) Corte delgado de la roca utilizada para la confección del conjunto de instrumentos experimentales. B) Conjunto de instrumentos utilizados durante la experiencia.

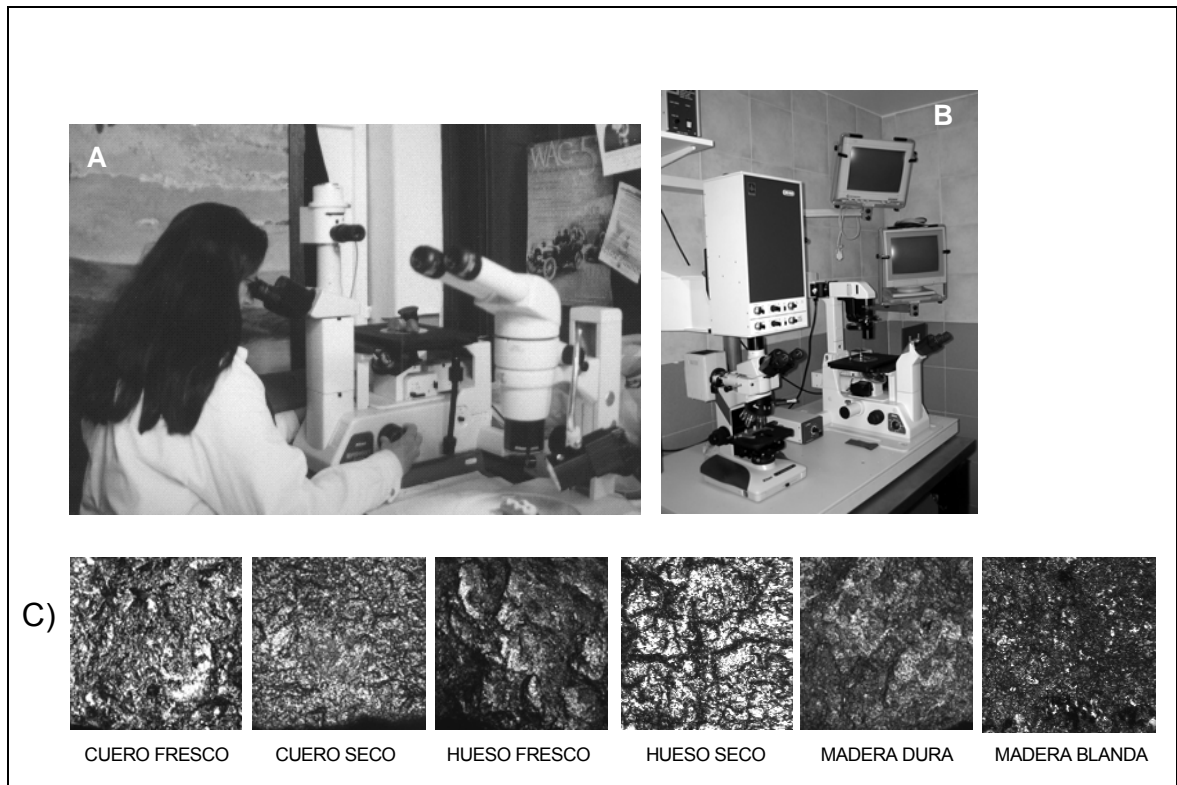


Figura 2. A) Observación en Lupa binocular Nikon SMZ 800 (al frente) y en un Microscopio de Reflexión Nikon Epiphot III (invertido) B) CLSM BioRad MRC600 C) Ejemplos de imágenes obtenidas con el CLSM, a 100x de magnificación en filamentos de instrumentos utilizados para raspar durante una hora.

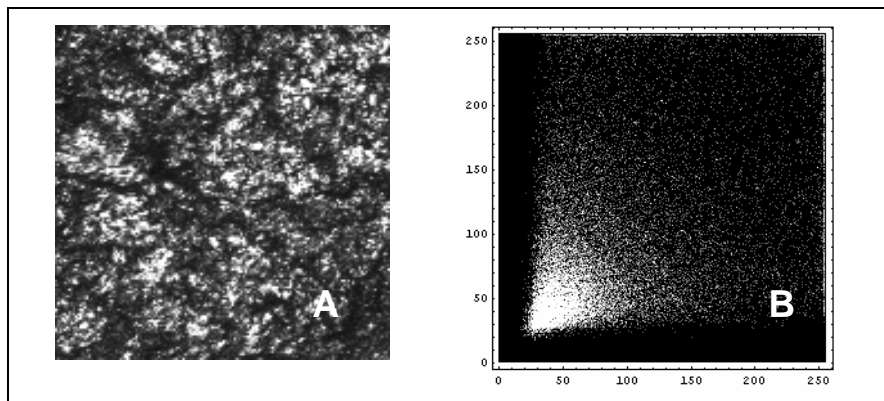


Figura 3. A) Imagen HS301, de raspado de Hueso seco y B) una representación gráfica de su matriz de co-ocurrencia.

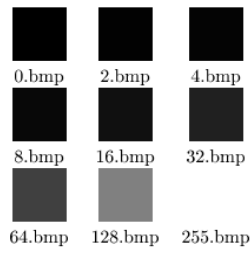


Figura 4: Imágenes de valores constantes.

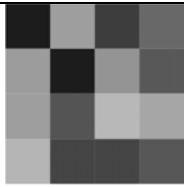
	$\begin{pmatrix} 29 & 158 & 60 & 104 \\ 156 & 29 & 148 & 88 \\ 159 & 85 & 184 & 165 \\ 180 & 69 & 70 & 87 \end{pmatrix}$
<p>Imagen.bmp</p>	<p>Valores de "Imagen.bmp".</p>

Figura 5: Imagen al azar.

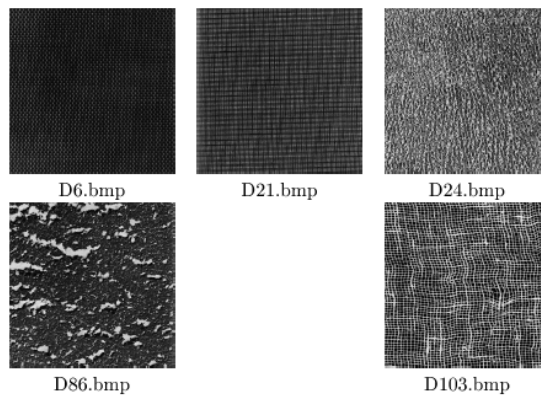


Figura 6: Imágenes de Brodatz (1964) seleccionadas.

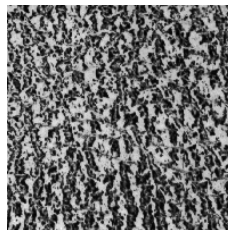


Figura 7: "INCOGNITA_D24.bmp".

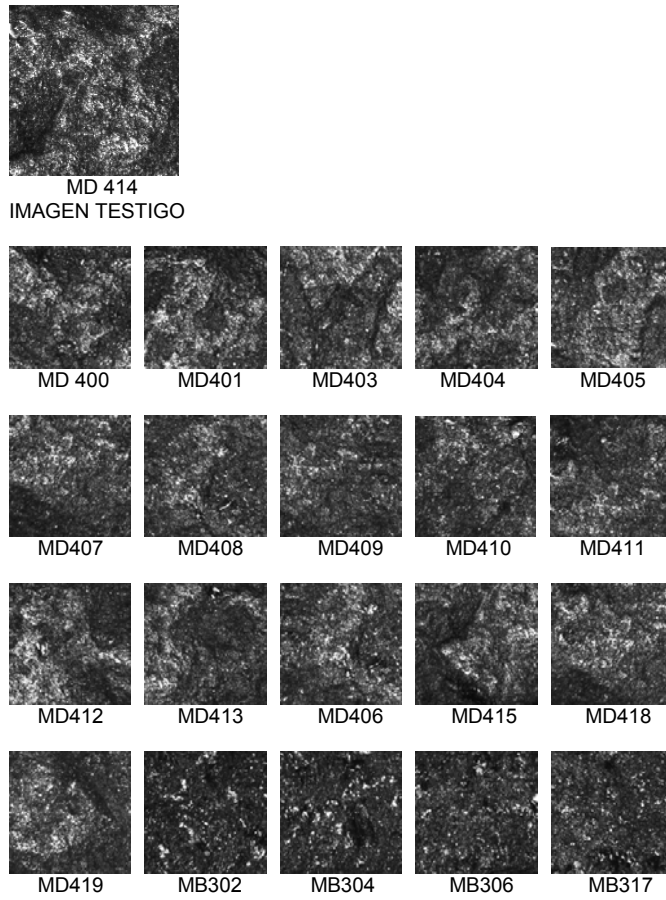


Figura 8. Ejemplo de agrupamiento por aplicación del programa PHILoS para un caso de imagen producto de raspado de madera dura.

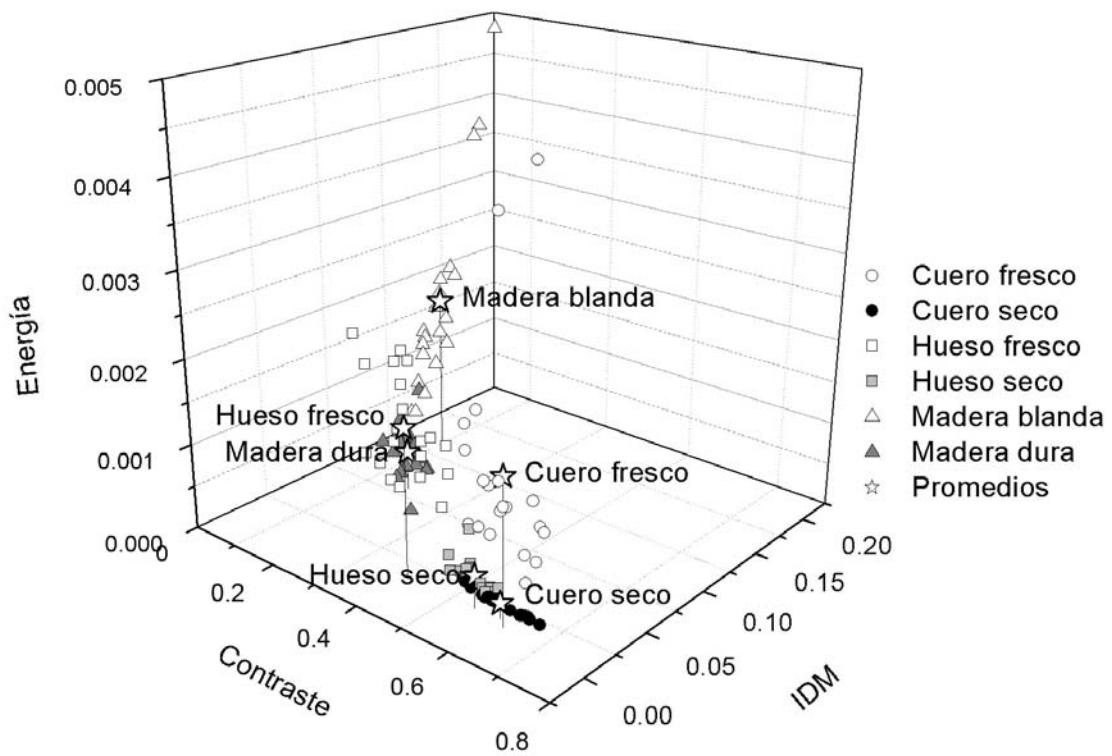


Figura 9. Corte en tres dimensiones del conjunto de datos de los descriptores obtenidos para las imágenes de cada clase de material trabajado. (La escala de contraste esta dividida por 10^4).

$i \setminus j$	23	69	70	85	87	88	148	165	184
29	1/9	0	0	0	0	0	0	0	1/9
60	0	0	0	0	0	1/9	0	0	0
85	0	0	1/9	0	0	0	0	0	0
148	0	0	0	0	0	0	0	1/9	0
156	0	0	0	1/9	0	0	0	0	0
158	0	0	0	0	0	0	1/9	0	0
159	0	1/9	0	0	0	0	0	0	0
184	0	0	0	0	1/9	0	0	0	0

Tabla 1: Elementos no nulos de la matriz de co-ocurrencia normalizada para "Imagen.bmp".

Archivo	Contraste (esperado)	Contraste (PHILOS)	IDM (esperado)	IDM (PHILOS)
0.bmp	0	0	0	0
2.bmp	0	0	0	0
4.bmp	0	0	0	0
8.bmp	0	0	0	0
16.bmp	0	0	0	0
32.bmp	0	0	0	0
64.bmp	0	0	0	0
128.bmp	0	0	0	0

255.bmp	0	0	0	0
Imagen.bmp	47973/9=5330,33...	5330,33333	0,00218332188	0,00218332188

Tabla 2: Descriptores Contraste e IDM.

Archivo	Energía (esperado)	Energía (PHILOS)	Entropía (esperado)	Entropía (PHILOS)
0.bmp	1	1	0	0
2.bmp	1	1	0	0
4.bmp	1	1	0	0
8.bmp	1	1	0	0
16.bmp	1	1	0	0
32.bmp	1	1	0	0
64.bmp	1	1	0	0
128.bmp	1	1	0	0
255.bmp	1	1	0	0
Imagen.bmp	1/9=0,1...	0,111111111	log(9)=0,95424251...	0,954242509

Tabla 3: Descriptores Energía y Entropía.

Nombre de archivo	Distancia
D24_02.bmp	98,2419436
D24_08.bmp	169,843994
D24_10.bmp	241,507081
D24_01.bmp	381,51001
D24_05.bmp	397,425293
D24_09.bmp	624,026367
D24_03.bmp	652,600342
D24_04.bmp	838,13501
D24_07.bmp	946,159912
D24_06.bmp	1105,55713

Tabla 4. Tabla de distancias euclidianas entre la imagen incógnita y las 10 imágenes más cercanas en el espacio de los descriptores.

Clase	CF	CS	HF	HS	MB	MD
CF	35%	45%	0	20%	0	0
CS	40%	40%	0	20%	0	0
HF	0	0	80%	15%	0	5%
HS	5%	30%	0	65%	0	0
MB	0	0	0	0	85%	15%
MD	0	0	5%	0	15%	80%

Tabla 5. Valores de *autoconsistencias de moda de rango 20* obtenidas con el programa PHILOS para todas las clases del conjunto experimental de fillos líticos con microhuellas de uso.

Clase	CF	CS	HF	HS	MB	MD
CF	37%	37%	1,25%	23%	1,3%	1,8%
CS	36%	33%	3,25%	24%	2,8%	1,8%
HF	1,5%	2,5%	65%	20%	0%	11%
HS	22%	26%	7,25%	41%	1,3%	3,3%
MB	0	0	0	0	68%	32%

MD	0	0	5,5%	0,3%	31%	64%
-----------	---	---	------	------	-----	------------

Tabla 6. Valores de *autoconsistencia promedio* de imágenes por clase de acuerdo a su procesamiento con el programa PHILoS del conjunto experimental de fillos líticos con microhuellas de uso.

Clase	Promedio Contraste	DS	Promedio IDM	DS	Promedio Energía	DS	Promedio Entropía	DS
CF	6211,078	533,047	0,007	0,002	0,0016	0,0011	3,113	0,200
CS	6017,284	442,661	0,012	0,001	0,0001	0,0000	3,903	0,036
HF	3999,212	615,203	0,011	0,002	0,0017	0,0005	3,218	0,121
HS	5510,528	307,401	0,011	0,001	0,0003	0,0001	3,710	0,083
MB	921,908	317,893	0,142	0,028	0,0018	0,0011	3,127	0,184
MD	1826,409	464,396	0,082	0,013	0,0004	0,0001	3,605	0,107

Tabla 7. Valores promedio de los descriptores por clase y sus desvíos estándar (DS).

1. TIPO DE MATERIAL LITICO	DIBUJO DE LA PIEZA DESPUES DE LA ACTIVIDAD
2. FILO UTILIZADO	
3. METODO DE RETOQUE	
4. TIPO DE RETOQUE	
5. ANGULO DEL FILO	
6. ACCION	
7. SUPERFICIE DE CONTACTO	
8. ANGULO DE CONTACTO	
9. MATERIAL TRABAJADO	DIBUJO DE LA PIEZA DESPUES DE LA ACTIVIDAD
10. ADICION DE ARENA U OTROS	
11. NUMERO DE GOLPES/ PASADAS	
12. MINUTOS DE ACTIVIDAD	
13. FACILIDAD DE EJECUCIÓN	
14. OTRAS OBSERVACIONES (PRESION, ETC.)	
ATRIBUTOS/TRAZAS DE USO RESULTANTES	OBSERVACIONES
1- LIMPIEZA CON	
2-SUPERFICIE PREDOMINANTE	
3-SECCION DE CORTE DISTAL	
4 -SECCION DE CORTE PROXIMAL	
5-TAMAÑO	
6-DISTRIBUCIÓN	
7- RASGOS DE MICROLASCADOS SOBRE EL FILO	
8-MORFOLOGÍA PREDOMINANTE DE LAS ESTRIACIONES	
9-ORIENTACIÓN DE LAS ESTRIACIONES	
10-SUPERFICIE REDONDEADA DEL FILO	
11-INTENSIDAD DEL REDONDEAMIENTO	
12-DESARROLLO DE PULIDO	
13-FOTOS	ROLLO FOTOS N° MAGNIFICACIÓN N°

Cuadro 1. Variables descriptivas utilizadas para caracterizar al conjunto lítico experimental en un trabajo anterior (Cattáneo y Fernández 2004).