



**COMECHINGONIA
VIRTUAL**

Revista Electrónica de Arqueología

Año 2012. Vol. VI. Número 2: 152-175

www.comechingonia.com

Aplicación de DStretch-ImageJ a imágenes digitales del arte rupestre de Patagonia (Argentina).

Recibido el 17 de febrero de 2012. Aceptado el 20 de junio de 2012

Agustín Acevedo

(UBACyT W01/404. Saavedra 15, subsuelo, CABA)

agustinacevedo2009@gmail.com

Nora V. Franco

(CONICET (IMHICIHU) y UBA. Saavedra 15, subsuelo, CABA)

nvfranco2008@gmail.com

Resumen

Se presentan los resultados obtenidos mediante la aplicación del complemento (plug-in) Decorrelation Stretch del programa de computación (software) ImageJ a fotografías digitales de pinturas rupestres de Patagonia argentina. A los efectos de dar cuenta de las ventajas de este análisis, se seleccionaron imágenes de motivos poco perceptibles macroscópicamente de dos regiones de la provincia de Santa Cruz: sur del Macizo del Deseado y margen norte de la cuenca del río Santa Cruz. Los resultados muestran la utilidad de esta herramienta para el mejoramiento de la percepción y el análisis de motivos característicos del arte patagónico y suscitan nuevas consideraciones a tener en cuenta a la hora del relevamiento fotográfico en el campo.

Palabras claves: *DStretch, arte rupestre, Macizo del Deseado, río Santa Cruz.*

Abstract

This paper presents the results obtained by applying the plug-in Decorrelation Stretch for the ImageJ software to digital pictures of painted rock art images from Patagonia. In order to understand the utility of this methodology we selected images of low visibility rock art motifs from two regions of Santa Cruz province: the southern

Deseado Massif and the north margin of the Santa Cruz river basin. The results show the efficiency of this tool to enhance detail perception and to improve the analysis of characteristic motifs of Patagonian art. They also raise new considerations that need to be taken into account during photographic surveys.

Key words: *DStretch, rock art, Deseado Massif, Santa Cruz river.*

Introducción y antecedentes

Se presenta a continuación la primera aplicación del programa *Decorrelation Stretch-ImageJ* a fotografías digitales de pinturas rupestres de la Patagonia argentina. El objetivo este trabajo es evaluar las capacidades y limitaciones de este programa para aumentar digitalmente la visibilidad de motivos poco perceptibles a ojo desnudo, así como para registrar detalles de sus estados de conservación y de los soportes rocosos que son característicos de esta macro-región.

Decorrelation Stretch (DStretch) es una técnica que resalta detalles de las imágenes digitales, aumentando su visibilidad (Harman 2008 [2005]). Originalmente utilizada para el trabajo con fotografías aéreas, la técnica fue modificada por el Dr. Jon Harman para ser aplicada sobre pinturas rupestres mediante su desarrollo como extensión o complemento (*plug-in*) del programa (*software*) de procesamiento de imágenes *ImageJ* (Harman 2008 [2005], Gutiérrez Calvache et al. 2009). El programa de computación *ImageJ*, que sirve de plataforma para el complemento DStretch, es un procesador de imágenes digitales que puede mostrar, editar, analizar, guardar e imprimir imágenes de alta resolución en diferentes formatos de archivos: JPG, TIFF, PNG y GIF (Gutiérrez Calvache et al. 2009; ImageJ 2012). Adicionalmente, *ImageJ* es un programa de dominio público escrito en lenguaje de programación *Java* que le permite correr en cualquier sistema operativo (Windows, Mac OS, Mac OS X y Linux). Por este motivo, está disponible de forma gratuita en internet sin la necesidad de adquirir licencias para su utilización (Gutiérrez Calvache et al. 2009; Java 2012a). Como complemento o extensión, DStretch trabaja resaltando las diferencias de colores encontradas en una imagen digital, mejorando el contraste de aquéllos débiles por medio de un algoritmo de decorrelación que los transforma de manera automática y produce una imagen de colores falsos (Harman 2008 [2005], Gutiérrez Calvache et al. 2009). Aplicado al arte rupestre, posee la capacidad de hacer visibles motivos casi imperceptibles, superando las limitaciones del ojo humano en la percepción de imágenes con colores débiles y poco contraste (Harman 2008 [2005]).

DStretch opera en numerosos espacios de color, tales como RGB, LAB, YDS, YBK y LSD (Harman 2011a). Puesto en términos sencillos, se puede decir que el color en una imagen digital se forma mediante la combinación de tres colores básicos -rojo, azul y verde-, de modo que cada pixel -elemento básico de la imagen digital- tiene un color que se define por la combinación de estos tres componentes básicos. La combinación de estas tres señales cromáticas se conoce como espacio de color RGB (siglas de rojo, verde y azul en inglés) (Esqueda Elizondo 2002). Ahora bien, existen diferentes espacios de color y cada uno de ellos tiene capacidades de representación distintas respecto de la gama de colores que puede mostrar. Entonces, como se ha mencionado, DStretch contiene una amplia oferta de espacios de color -algunos de ellos exclusivamente creados para el arte rupestre-, que se aplican automáticamente sobre la imagen con sólo apretar un botón, resaltando y mejorando diferencias de colores encontrados en la imagen digital dentro del espacio de color seleccionado (Harman 2008 [2005], Gutiérrez Calvache et al. 2009).

Ahora bien, DStretch resalta y mejora las diferencias entre los colores encontrados en una imagen digital, incluyendo el color de la roca soporte, las pinturas y las pátinas. Por este motivo, su aplicación ofrece mejores resultados en pinturas que en grabados y, sobre todo, en los casos en que la relación de contraste entre la roca soporte y el pigmento es mayor y en aquellos casos en los que la presencia de pátinas en la imagen que puedan intervenir el proceso de resalte de los motivos es menor (Harman 2008 [2005]). Para maximizar las posibilidades de su aplicación es preferible evitar trabajar sobre imágenes digitales comprimidas en formato JPG y utilizar en su lugar imágenes en formato TIFF a la mayor cantidad de megapíxeles posibles, garantizando mayor espacio de color para el accionar del algoritmo de decorrelación (Harman 2008 [2005]; Gutiérrez Calvache et al. 2009).

El sencillo manejo del software, su disponibilidad libre y gratuita en internet, sumado a la calidad de sus resultados -observables por ejemplo en este trabajo- convierten al *Decorrelacion Stretch-ImageJ* en una herramienta metodológica muy conveniente para el análisis de pinturas rupestres.

Para llevar adelante este análisis se seleccionaron de nuestra base de datos cuatro fotografías digitales de cuatro paneles diferentes, cuyos motivos presentaban dificultades para ser percibidos macroscópicamente. Estos paneles están localizados en distintas unidades topográficas emplazadas sobre distintos soportes, provenientes de dos regiones diferentes de la Patagonia argentina: sur del Macizo del Deseado y margen norte de la cuenca del río Santa Cruz. Las fotografías analizadas son producto de los trabajos de relevamiento sistemático

de arte rupestre que viene desarrollando nuestro equipo en estas regiones (Fiore y Ocampo 2009, Acevedo et al. 2010, Franco et al. 2011a), por lo que su realización no estuvo directamente relacionada con la aplicación este programa. En este punto es necesario aclarar que éste es un trabajo de prueba de los resultados de la aplicación de esta técnica. Se planea ampliar la muestra en el futuro, de manera de obtener resultados que puedan ser relevantes a escala areal, como por ejemplo, para entender la secuencia de superposiciones.

Antecedentes en la utilización de *DStretch-ImageJ*

DStretch-ImageJ ha sido aplicado por Harman (2006, 2007, 2010 y 2011b) en numerosas imágenes digitales para el rescate de motivos rupestres provenientes California y Nevada (en Estados Unidos) y Baja California (México). Éstos estaban sumamente deteriorados y eran invisibles al ojo humano, ofreciendo la aplicación de la técnica resultados muy exitosos. En estos trabajos se pueden observar todas las capacidades del software puesto en manos de su creador y sus posibilidades de utilización.

Con posterioridad, este software contó con numerosos casos de aplicación sobre imágenes digitales de motivos y conjuntos de motivos pintados provenientes de distintos sitios de Norte y Centroamérica. Sin embargo, en Sudamérica los casos de aplicación publicados son escasos.

Gutiérrez Calvache et al. (2009) aplicaron el software sobre imágenes digitales del arte rupestre cubano tomadas en el sitio Cueva de Camila (Minas de Matahambre, provincia de Pinar del Río) en el marco del Proyecto de Evaluación y Diagnóstico del Patrimonio Arqueológico y Sociocultural de Cuba llevado adelante por el Instituto Cubano de Antropología. Las pinturas rupestres del sitio Cueva Camila habían sido registradas y documentadas por otros investigadores con anterioridad, pero producto de las malas condiciones de conservación habían desaparecido casi en su totalidad y no eran perceptibles macroscópicamente. La aplicación de *DStretch* sobre el registro fotográfico del sitio permitió, no sólo rescatar las pinturas desaparecidas -consistentes en motivos geométricos y zoomorfos de color negro y rojo- sino también detectar la presencia de incongruencias entre la morfología de los motivos rescatados y las reproducciones de ellos que habían sido publicadas (Gutiérrez Calvache et al. 2009).

Hostnig (2011a, 2011b, 2012) utilizó el software en varias ocasiones para el análisis de imágenes digitales del arte rupestre localizado en distintas regiones de Perú, con diferentes objetivos. De este modo, registró y analizó las producciones

rupestres (pinturas y grabados) de la cuenca alta y media del río Coasa (provincia de Carabaya) (Hostnig 2011a) y del sitio Iglesiasmachay (provincia de Grau) (Hostnig 2012), con el objetivo de establecer sus secuencias cronológicas-estilísticas. El procesamiento con *DStretch* de las imágenes digitales fue un sustento fundamental en su construcción de las secuencias cronológicas-estilísticas de ambos sectores al permitir que el autor: percibiera motivos irreconocibles a simple vista (por su grado de deterioro), identificara convenciones estilísticas mediante la observación de detalles morfológicos y técnicos de los motivos y detectara superposiciones de pinturas (Hostnig 2011a, 2012). Con un objetivo diferente, aplicó el software sobre un conjunto de pinturas rupestres de Pisquicocha (Departamento de Apurímac), que interpretó como representaciones de un sistema de caza o captura de camélidos, a partir de su comparación con vestigios de sistemas de trampas precolombinas (Hostnig 2011b). El procesamiento de las imágenes digitales con *DStretch-ImageJ* permitió al autor observar los motivos con el grado de detalle necesario de para sustentar la comparación (Hostnig 2011b).

En el marco de los trabajos de evaluación y conservación de los sitios arqueológicos del sector Lago Elizalde (Coyhaique, Patagonia chilena), dirigidos por el Dr. Francisco Mena, el procesamiento con *DStretch* de los sitios LE-1 y LE-2 permitió identificar la presencia de negativos de manos, líneas paralelas verticales y manchas de pintura de color rojo que eran prácticamente invisibles a simple vista y en sus fotografías digitales (Departamento de Turismo Sustentable de Aysen 2011). Los hallazgos realizados mediante la aplicación de *DStretch* presentan las primeras evidencias de pinturas rupestres para el sector Lago Elizalde y contribuyen a reforzar las hipótesis sobre la ocupación humana concreta del área (Departamento de Turismo Sustentable de Aysen 2011).

En Argentina, por su parte, no se registran hasta el momento publicaciones sobre la utilización de *DStretch-ImageJ* para el procesamiento de imágenes digitales de arte rupestre.

Descripción de las áreas geográficas y antecedentes de investigaciones

Este trabajo se centraliza en el análisis de fotografías digitales correspondientes a cuatro paneles diferentes emplazados en distintas unidades topográficas sobre distinto tipo de soportes. Estas unidades topográficas están localizadas en diferentes áreas geográficas de Patagonia argentina: una en el extremo sur del Macizo del Deseado y otra en los cañadones de margen norte de la cuenca del río Santa Cruz.

Sur del Macizo del Deseado

En la región sur del Macizo del Deseado se escogieron dos fotografías digitales correspondientes a dos paneles distintos. Los dos paneles están localizados en unidades topográficas diferentes, una proveniente del área conocida localmente como Viuda Quenzana y otra de La Gruta. La primera se caracteriza por la presencia de afloramientos rocosos de ignimbritas y tobas dentro de un paisaje de cañadones y bajos lagunares ubicados en cotas comprendidas entre *ca.* 350 y 400 msnm (Franco et al. 2011a). En la segunda son frecuentes los afloramientos rocosos de ignimbritas y areniscas coquinoideas dentro de un paisaje de bajos lagunares ubicados en cotas comprendidas entre *ca.* 300 y 350 msnm (entre otros, Panza y Marín 1998).

El arte rupestre de las áreas de La Gruta y Viuda Quenzana ha sido descrito y/o analizado por diferentes investigadores. En el área de La Gruta, Menghin (1952) describió una composición de color rojo formada de un círculo con radios y tridígitos grandes que -posteriormente- atribuyó al “estilo de pisadas” del Tehuelchense Antiguo (2000 AC) (Menghin 1957). Molina (1972a) realizó una descripción de los motivos y técnicas que observó en éste área. Gradin y Aguerre (1983), por su parte, asignaron la composición descrita por Menghin (1952) a su Grupo Estilístico C del área del río Pinturas, o una fase final del Grupo Estilístico B.1, e identificaron un segundo estilo presente en el área: el Grupo Estilístico E, que atribuyeron al “Complejo Patagónico” (300 DC). En el año 2005, Belardi y Carballo Marina (Vector Argentina S.A. 2005), en el marco de la construcción de una línea de base observaron un alero con negativos de manos de color rojo y anaranjado. Como resultado de los trabajos realizados por el equipo dirigido por N. Franco en este área, se identificaron nuevos lugares con pinturas rupestres, incluyendo una pequeña cueva con puntos de color rojo y negros -con ocupaciones desde al menos *ca.* 7400 años A.P. (Franco et al. Jornadas 2011b)-, además de una cueva más grande con negativos de manos de color rojo muy desvaídos (Franco 2007; Franco y Cattaneo 2009), que tiene ocupaciones humanas desde *ca.* 10840 AP hasta el Holoceno tardío (Franco et al. 2010, 2011a, 2011b y 2012a).

De manera adicional, en el área de Viuda Quenzana, Gradin y Aguerre (1983) llevaron a cabo el relevamiento de 12 sitios con arte rupestre, algunos de los cuales habían sido ya descritos anteriormente por Molina (1972a), en los que identificaron la presencia de dos grupos estilísticos semejantes a los del área del río Pinturas. Por un lado, el Grupo Estilístico B.1, perteneciente a la “Tradición Casapedrense” -presente en el área alrededor de 2500 años AC-, representado por la presencia de motivos biomorfos (estilizados y esquematizados), conjuntos

de negativos de manos, negativos de pata de choique y motivos abstractos puntiformes, circulares y rectilíneos en tres series tonales: roja-roja violácea, negra y blanca-policroma (Gradin y Aguerre 1983). Por otro lado, el Grupo Estilístico D representado por escasos motivos curvilíneos grabados, que atribuyeron al "Complejo Patagoniense", que estaría presente en el área alrededor del 300 DC (Gradin y Aguerre 1983).

Las prospecciones realizadas más recientemente bajo la dirección de uno de los autores (Franco) relativas al arte rupestre de esta zona permitieron agregar a éstos, 11 nuevos sitios con arte de los que no se poseía información hasta el momento (Franco et al. 2011a). Los primeros fechados obtenidos en este sector del espacio muestran ocupaciones desde al menos *ca.* 4.700 años A.P., si bien la gran cantidad de espacio disponible, el no haberse alcanzado nivel estéril en el sondeo realizado, los motivos presentes y los fechados obtenidos en áreas cercanas (Aguerre 2003, Durán et al. 2003) sugieren que las ocupaciones han sido más tempranas en este sector del espacio.

Margen norte del río Santa Cruz

Las áreas analizadas presentan paisajes de cañadones caracterizados por abundantes afloramientos de rocas básicas correspondientes a diferentes efusiones volcánicas (Russo et al. 1980, Panza y Franchi 2002, entre otros), que forman paredones, aleros y cuevas. La primera de ellas se localiza en cotas comprendidas entre *ca.* 550 y 870 m, la segunda entre *ca.* 300 y 650 m (Franco et al. 2007a y 2007b).

Las investigaciones previas relativas al arte de la cuenca del río Santa Cruz fueron esencialmente descriptivas. Burmeister (1892) describió algunos motivos pintados de color rojo y grabados que observó en el cañadón Yaten Guajen, haciendo referencias a su estado de conservación y posible cronología. Posteriormente, Molina (1972a y b) registró la presencia de arte rupestre en algunos cañadones de la margen norte de la cuenca del río Santa Cruz (El Lechuza, El Moro, Potrero de los Carneros, Camino Viejo, Manantial y Yaten Guajen), realizando una descripción de los motivos y asignándolos a distintos estilos y cronologías. En El Lechuza, Molina (1972a y b) describió la existencia de motivos grabados y pintados que incluían pinturas de cacerías de guanacos, animales parecidos a unicornios, bóvidos pintados, tridígitos grabados, negativos de manos, caminos de puntos grabados, motivos geométricos espiralados y lineales y motivos pertenecientes al "estilo de marcas". En Yaten Guajen propuso un secuencia estilística que incluye -en orden de antigüedad-: 1) el "estilo de marcas"; 2) el "estilo de combinación" (con abundantes líneas entrelazadas de

dos centímetros); 3) el “estilo de grabado fino” (compuesto de rayas punzoneadas de medio centímetro, símbolos de serpientes y series de puntos dispuestos en líneas y recuadros) y, 4) el “estilo de pisadas” (conformado por círculos concéntricos, espirales, símbolos serpentiformes y rastros de animales) (Molina 1972a).

Gradin (2000, 2001), por su parte, registró varios sitios con arte en los cañadones Yaten Guajen, Platero y Mercerá. Dentro del cañadón Yaten Guajen, describió los motivos que observó y sus técnicas, entre los que menciona negativos de manos de color rojo y pinturas rojas superpuestas a grabados. Sobre la base de los motivos identificados, las técnicas utilizadas y los resultados de los sondeos efectuados, los asignó a momentos tardíos del arte de Patagonia.

Actualmente, los estudios realizados en este área se concentran en la distribución temporo-espacial de las técnicas y motivos representados a escala regional (Fiore y Ocampo 2009, Acevedo et al. 2010, entre otros). Los fechados obtenidos para el cañadón Yaten Guajen oscilan entre *ca.* 7700 y 1300 años AP (Franco 2008), mientras que para el arroyo El Lechuza, los mismos están comprendidos entre *ca.* 1600 (Franco 2008) y 1500 años AP (Franco et al. 2012b).

La muestra

A continuación se describen las cuatro imágenes digitales seleccionadas que componen la muestra analizada con sus respectivas características.

Sur del Macizo del Deseado:

- a) Área de Viuda Quenzana: se escogió la imagen VQ11 UT N (1), correspondiente al único panel de la unidad topográfica N del área de Viuda Quenzana, ejecutada sobre un paredón de ignimbritas (ver Figura 1A).
- b) Área de La Gruta: se analizó la fotografía LG08 UT 3a (1), correspondiente al panel A de la unidad topográfica 3 del área de La Gruta, localizado dentro de una cueva de ignimbritas (ver Figura 3A).

Margen norte del Río Santa Cruz

- a) Arroyo El Lechuza (Estancia Bi Aike): se escogió la imagen EL07 UT 11a (0), correspondiente al panel A de la unidad topográfica 11 de la Estancia Bi Aike, en el área del arroyo El Lechuza, ubicada en el interior de una cueva de roca básica (ver Figura 4A).
- b) Arroyo Yaten Guajen (Estancia Yaten Guajen): se analizó la imagen IMG_1472, proveniente de prospecciones preliminares realizadas en el curso superior del

Cañadón Yaten Guajen (ver Figura 5A). La imagen corresponde a un panel ubicado sobre un paredón de roca básica.

En la Tabla 1 se indican las cuatro fotografías extraídas de nuestra base de datos con sus respectivos datos de proveniencia geográfica y tipo de roca que sirve de soporte, que constituyen los casos analizados aquí. En la Tabla 2 se describen las características generales del arte rupestre y los soportes analizados en las fotografías.

Región	Área	Roca Soporte	Unidad topográfica	Panel	Nombre de Foto
SMD	La Gruta	Ignimbrita	LG08 UT 3	a	LG08 UT 3a (1)
SMD	Viuda Quenzana	Ignimbrita	VQ11 UT N	único	VQ11 UT N (1)
NRSC	Cdón. El Lechuza	Basalto	EL07 UT 11	a	EL07 UT 11a (0)
NRSC	Cdón. Yaten Guajen	Basalto	-	único	IMG_1472

Tabla 1. Lista de fotografías de paneles de donde provienen los motivos escogidos para la aplicación del software, su región, área y roca soporte al que pertenecen. Referencias: SMD: Sur del Macizo del Deseado; NRSC: Norte del Río Santa Cruz.

Metodología

El manejo de *DStretch-ImageJ* es simple y ofrece resultados inmediatos, lo que lo convierte en una herramienta metodológica muy conveniente para el análisis de imágenes digitales de pinturas rupestres. Sumado a ello, el software sólo posee como condición para su funcionamiento tener instalada la plataforma *Java*, cuya última versión se puede descargar en forma gratuita desde su página de internet (www.java.com), cumpliendo con mínimos requerimientos técnicos¹: 1) poseer al menos *Windows Server 2008* o una versión más actual (*Windows XP*, *Windows Vista* o *Windows 7*); 2) poseer al menos 64 MB de memoria RAM física y, 3) un mínimo de 98 MB de espacio libre en el disco (*Java 2012b*).

Como ha sido mencionado con anterioridad, *DStretch* opera en numerosos espacios de color -algunos de ellos exclusivamente creados para el arte rupestre- que reciben nombres tales como: RGB, LAB, YDS, YYE, YRE, LWE, YWE y LYE, entre otros (Harman 2011a). Cada uno de estos espacios de color tiene capacidad de representación distintas con respecto a la gama de colores que pueden mostrar y, por lo tanto, producen resultados diferentes resaltando colores distin-

Nombre de Foto	Tipos de Motivos	Técnicas	Colores	Roca Soporte	Color de Soporte
LG08 UT 3a (1)	negativo de mano + mancha de pintura	pintura en negativo	rojo	ignimbrita	gris claro
VQ11 UT N (1)	negativos de manos	pintura en negativo	amarillo + rojo	ignimbrita	gris + marrón claro
EL07 UT 11a (0)	negativos de manos + positivos de manos + cruciforme	pintura en negativo + pintura en positivo + grabado piqueteado	rojo	basalto	marrón
IMG_1472	guanacos	pintura en positivo	amarillo + rojo	basalto	gris oscuro

Tabla 2. Características generales del arte rupestre y los soportes analizados en las fotografías seleccionadas.

tos. Así, por ejemplo, los espacios de color YDS, LYE y YYE resaltan mejor los pigmentos amarillos, mientras que los espacios YRE y LRE resaltan mejor los pigmentos rojos (Harman 2011a). Estos diferentes espacios de color en los que opera DStretch se presentan en el software en forma de botones que, al ser presionados, transforman la imagen digital de manera automática resaltando los colores del espacio seleccionado (Harman 2008 [2005]). La clave en la aplicación de DStretch reside en identificar el espacio de color que ofrece mejores resultados y manipular la imagen dentro de este espacio hasta obtener el resultado que se considera óptimo. En este trabajo, la manipulación de las imágenes digitales dentro de cada espacio de color determinado se realizó utilizando dos herramientas del software: la escala y la opción de cambio de color (*Hue Sift*) del modo experto (*Expert Mode*). La escala permite regular la intensidad de la transformación (o resalte) producida por DStretch en la imagen escogiendo entre valores predeterminados comprendidos entre 2,5 y 50 (la escala programada por defecto es 15) (Harman 2011a). El modo experto o *Expert Mode* consiste en una pantalla secundaria a la principal a la que se puede acceder oprimiendo el botón que lleva su nombre (Harman 2011a). Dentro del *Expert Mode* se encuentran todas las herramientas de DStretch, pero aquí sólo hemos utilizado la opción *Hue*

Shift, que permite manipular distintos grados de color y saturación para aumentar o disminuir el contraste de la imagen dentro del espacio de color seleccionado (Harman 2011a).

La aplicación de la metodología en cada caso concreto varió de acuerdo con los resultados que se iban obteniendo, por lo que en el acápite siguiente se describe detallada y específicamente la forma en que cada imagen digital fue procesada con *DStretch-ImageJ* y los resultados obtenidos.

Resultados

Sur del Macizo del Deseado

A) Área de Viuda Quenzana

La imagen analizada (VQ11 UT N (1); Figura 1A) consiste en un conjunto de negativos de manos amarillos y rojos desvaídos cuyo número, detalle y superposiciones resultaban muy difíciles de apreciar macroscópicamente. La fotografía fue tomada con una Cámara Sony DSC-H7 con luz natural y poseía 2448 pixeles de ancho por 3264 pixeles de alto, una resolución de 400 ppp y un tamaño de archivo de 22.86 MB.

El procesamiento de la imagen se realizó por los diferentes espacios de color del *DStretch* a diferentes escalas de intensidad, obteniéndose los mejores resultados en el espacio de color *YYE* con una escala de intensidad de 15 puntos (Figura 1B). Esta combinación elevó notablemente el contraste y la visibilidad del color amarillo, permitiendo identificar claramente un total de nueve negativos de mano derecha de tamaños similares con un alto grado de detalle.

Al resaltar los contrastes entre los colores con la aplicación del software se pudo apreciar con mayor claridad la relación de superposición entre los dos colores de pigmento (rojo y amarillo) presentes en el conjunto respecto de la fotografía original (Figuras 2A y 2B). Sin embargo, la opción canal de color *YYE* que tan bien funcionó para los motivos de color amarillo, no funcionó del mismo modo para aquéllos de color rojo, ya que si bien permitía observar la superposición de estos últimos por sobre los primeros, no permitía apreciar con detalle los motivos involucrados en esta relación (Figuras 2B). En virtud de ello, el siguiente paso consistió en resaltar los motivos de color rojo superpuestos sobre los de color amarillo, logrando un mayor grado de detalle con respecto a su morfología. Para esto, el procesamiento de la imagen original en el canal de color *YRE* con una escala de intensidad de 15 puntos (Figura 2C) ofreció los mejores resultados, permitiendo identificar con buen grado de detalle la cantidad y morfología de los motivos de color rojo participantes de la superposición (Figura 2C).

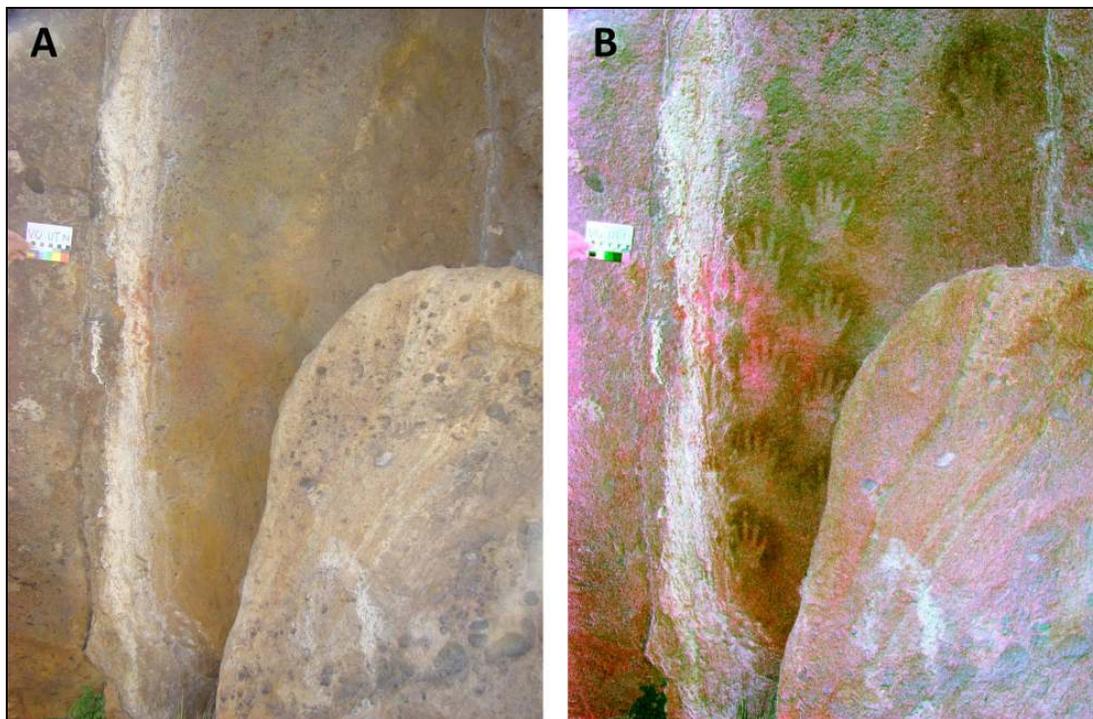


Figura 1. A) Imagen original de VQ11 UT N (1). B) Imagen de VQ11 UT N (1) anterior procesada con el DStretch-ImageJ en el canal de color YYE con una intensidad de 15 puntos.

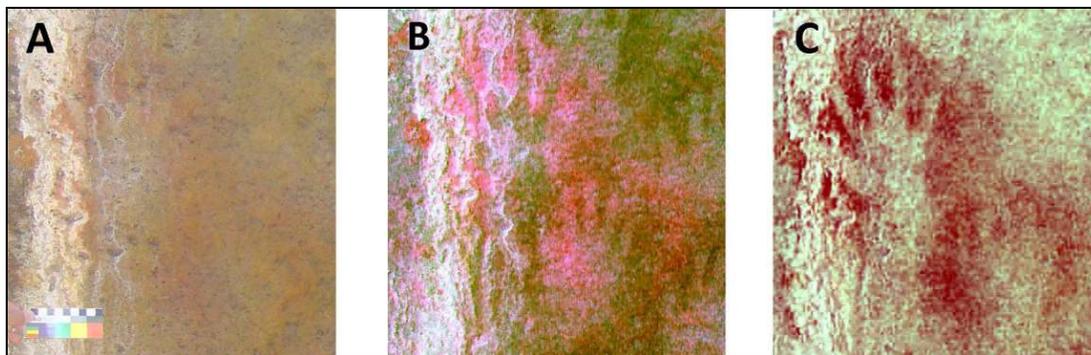


Figura 2. A) Ampliación de superposición de negativos de manos de VQ11 UT N (1) en su estado original. B) Ampliación de superposición de negativos de manos de la Figura 1B. C) Figura 2A procesada con el DStretch-ImageJ en el canal de color YRE con una intensidad de 15 puntos.

De este modo, a partir de la imagen digital original VQ11 UT N (1) proveniente del relevamiento de campo, cuyos motivos presentaban dificultades para ser percibidos a simple vista, el procesamiento con DStretch sirvió para identificar con un alto grado de detalle un conjunto de motivos consistente en nueve negativos de mano derecha de color amarillo y tamaño similar, sobre los que se superponen dos negativos de mano derecha de color rojo morfológicamente distintos de los anteriores.

B) Área de La Gruta

La imagen analizada (LG08 UT 3a (1); Figura 3A) fue tomada con una Cámara Sony DSC-H7 con luz natural y poseía un ancho de 2448 píxeles por 3264 píxeles de alto, una resolución de 400 ppp y un tamaño de archivo de 22.86 MB. Originalmente, el motivo en la imagen fue identificado como un negativo de mano muy deteriorado de color rojo sobre el cual se superponían manchas o rastros de pinturas también de color rojo, pero más intenso.

La imagen se procesó por los diferentes espacios de color del DStretch a diferentes escalas de intensidad, obteniéndose los mejores resultados en el canal de color YRE con una escala de intensidad de 25 puntos (Figura 3B). Esta opción elevó notablemente el contraste y la visibilidad de los motivos, permitiendo identificar la presencia de un tridígito en lugar de lo que originalmente se había interpretado como manchas o rastros de pinturas.

Con el objetivo de resaltar aún más el nuevo motivo identificado, se volvió a procesar la imagen original, obteniéndose mejores resultados (en cuanto a la visibilidad del tridígito) con la opción YRE a una escala de intensidad de 10 puntos (Figura 3C), aumentando el contraste en *Expert Mode* con un *Hue Shift* de 34 grados (Figura 3D).

Margen norte del Río Santa Cruz

A) Arroyo El Lechuza (Estancia Bi Aike)

La fotografía seleccionada para el análisis (EL07 UT 11a (0); Figura 4A) fue tomada con una Canon Power Shot A520 con luz natural y poseía un ancho de 1600 píxeles por 1200 píxeles de alto, una resolución de 400 ppp y un tamaño de archivo de 5.49 MB. La imagen del panel consiste en un conjunto de negativos de manos rojos desvaídos, al que se le superpone un motivo geométrico grabado. Fue escogida para el procesamiento por DStretch por ser las únicas pinturas relevadas en el curso superior área de El Lechuza hasta el momento.

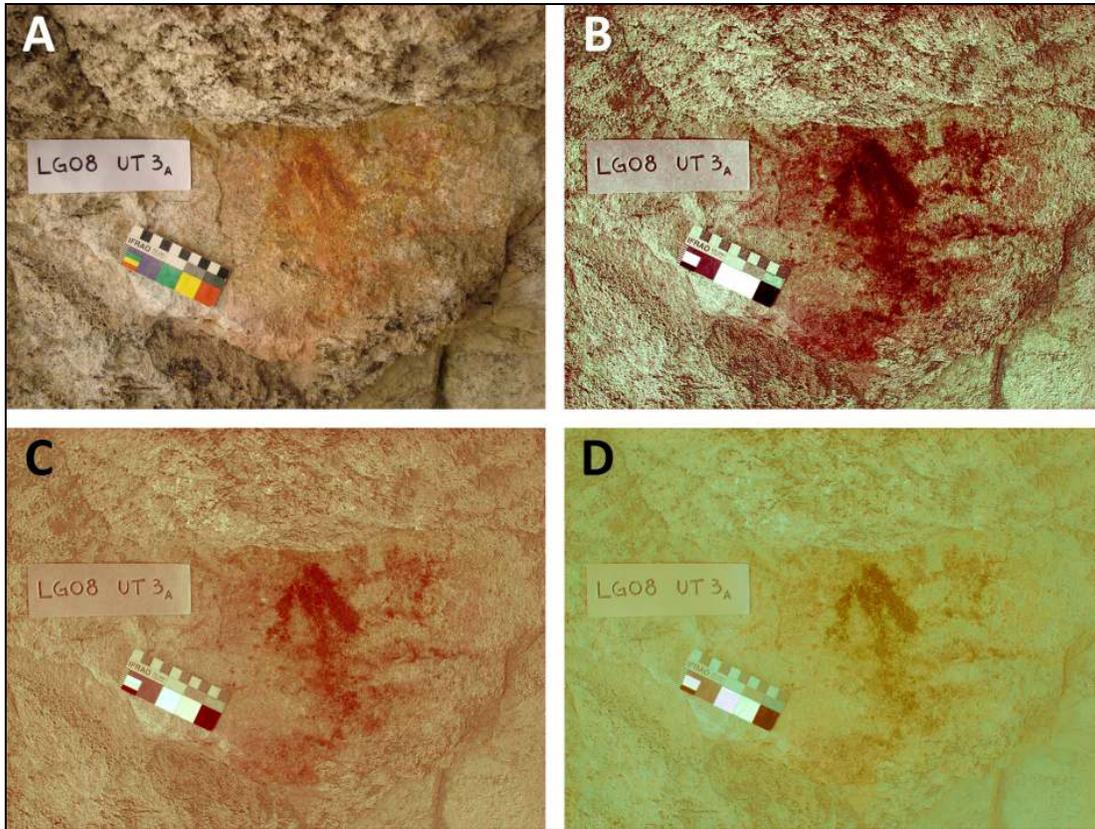


Figura 3. A) Imagen original LG08 UT 3a (1). B) Figura 3A procesada con el DStretch-ImageJ en el canal de color YRE con una intensidad de 25 puntos. C) Figura 3A procesada en el canal de color YRE con una intensidad de 10 puntos. D) Figura 3A procesada en Expert Mode para el canal de color YRE a una intensidad de 10 puntos y 34 grados de Hue Shift.

El procesamiento de la imagen por los diferentes espacios de color del DStretch a diferentes escalas de intensidad, ofreció los mejores resultados en el canal de color YRE a una escala de intensidad de 10 puntos, procesándose posteriormente este resultado en el panel *Expert Mode* con 40 grados de *Hue Shift* e invirtiendo los colores obtenidos en la imagen con la herramienta *invert* (Figura 4B). Este procedimiento elevó notablemente el contraste y la visibilidad de los motivos, permitiendo identificar claramente la presencia de al menos dos negativos de manos izquierdas, a los que se superpone un motivo geométrico grabado en forma de cruz (sector central del panel) y un positivo de mano muy deteriorado (sector superior derecho del panel), cuya resolución no pudo mejorarse a pesar de la aplicación del DStretch (Figura 4B).

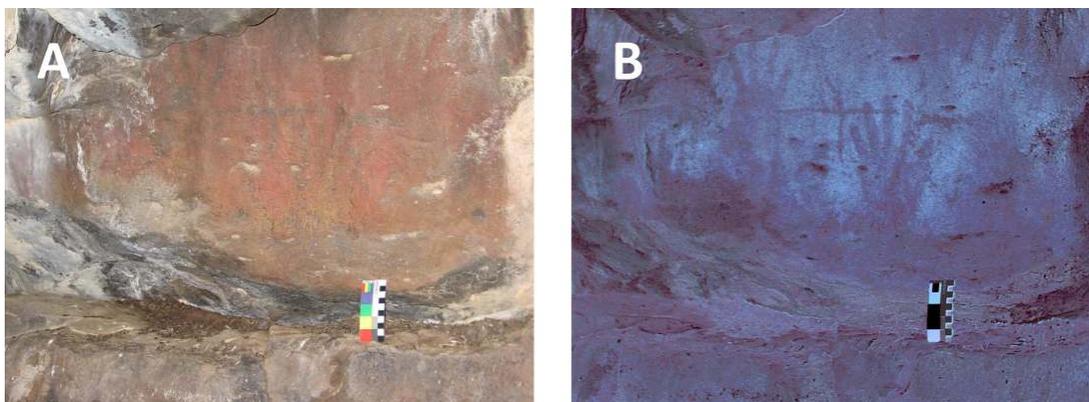


Figura 4. A) Imagen original de EL07 UT 11a (0). B) Imagen anterior procesada con el DStretch-ImageJ en el canal de color YRE con una intensidad de 15 puntos y posteriormente en Expert Mode con 40 grados de Hue Shift e inversión de los colores.

B) Arroyo Yaten Guajen (Estancia Yaten Guajen)

La fotografía analizada (IMG_1472; Figura 5A) fue tomada con una Canon Power Shot A520 con luz natural y poseía 1200 pixeles de ancho por 1600 de alto, una resolución de 400 ppp y un tamaño de archivo de 5.49 MB. Originalmente el panel de la fotografía IMG_1472 (Figura 5A) fue interpretado como un conjunto de motivos conformado por seis guanacos de color amarillo y uno de color rojo. Si bien la identificación primaria de los tipos de motivos no planteó grandes dificultades, el grado de deterioro de las pinturas no permitía apreciar mayores detalles en la composición de los motivos.

Al procesar la imagen por los diferentes canales de colores, en distintas escalas de intensidad, pudo observarse que si bien la opción LWE con una intensidad de 20 puntos ofrecía resultados aceptables (Figura 5B), la presencia de una pátina de color amarillo intenso en la roca soporte intervenía en el proceso de resalte y contraste, disminuyendo la calidad del procesamiento de los motivos. Como ha sido ya mencionado, esta técnica trabaja resaltando y mejorando diferencias de colores presentes en la imagen digital, por lo que explota cualquier diferencia de color que pueda existir en la misma, incluido el de las pátinas, mejorando sus diferencias de colores y contrastes.

En vista de ello, se procedió a recortar la imagen en torno del conjunto de motivos, excluyendo de esta manera de la fotografía el sector del soporte rocoso patinado (Figura 6A).

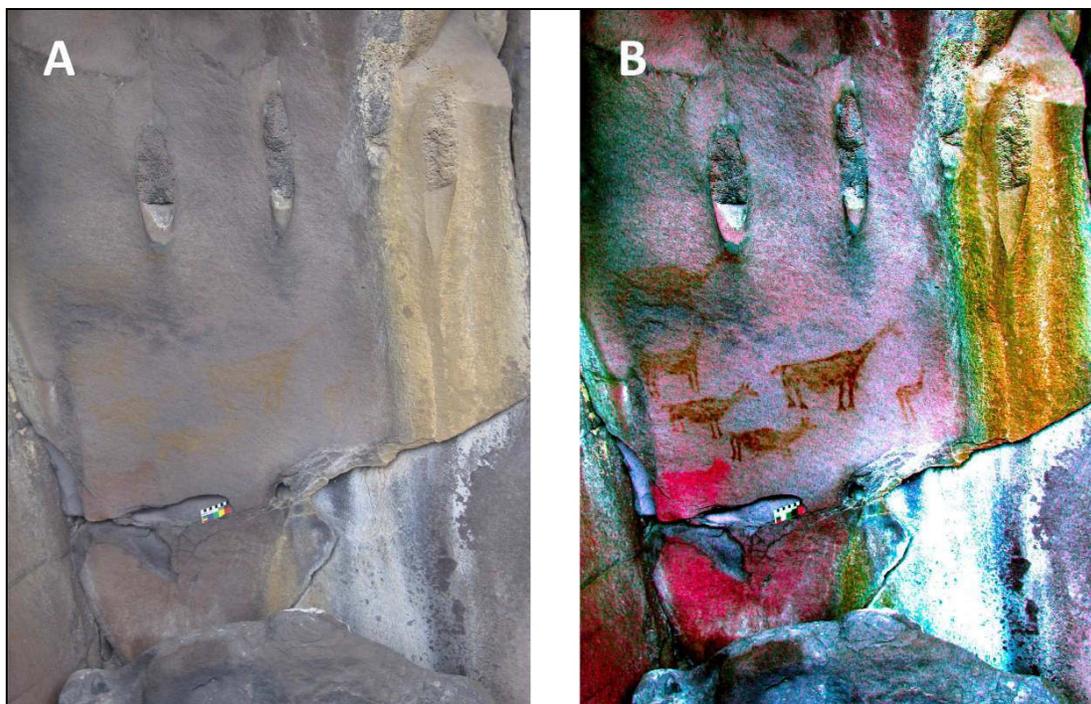


Figura 5. A) Imagen original IMG_1472. B) Imagen anterior procesada con el DStretch-ImageJ en el canal de color LWE con una intensidad de 20 puntos.

La aplicación del software sobre la imagen recortada permitió obtener excelentes resultados al menos en tres espacios de color diferentes con distintas escalas de intensidad: 1) espacio YDS con una intensidad de 20 puntos (Figura 6B), 2) espacio YWE con una intensidad de 12.5 puntos (Figura 6C), y 3) espacio LYE con una intensidad de 30 puntos (Figura 6D).

Como puede observarse en las Figuras 6B, C y D, las diferentes combinaciones aplicadas sobre la imagen original permiten apreciar los motivos con un alto grado de detalle, posibilitando la identificación de nuevos motivos (zoomorfo bípedo en el extremo derecho de la fotografía interpretado originalmente como guanaco) y caracterización más ajustada de los motivos ya conocidos a partir de la observación de sus detalles. En este último sentido, la aplicación del programa permitió observar las diferencias morfológicas existentes entre los guanacos de color amarillo que componen el conjunto de motivos (su postura, cantidad de extremidades, presencia de orejas y colas, etc.) y discriminar dentro de este conjunto al menos dos formas distintas de representar un mismo tipo de motivo (guanaco) con la misma técnica y color de pigmento (una

representada por el guanaco pintado en el extremo superior izquierdo del panel, notablemente diferente del resto de los guanacos incluidos en la composición).

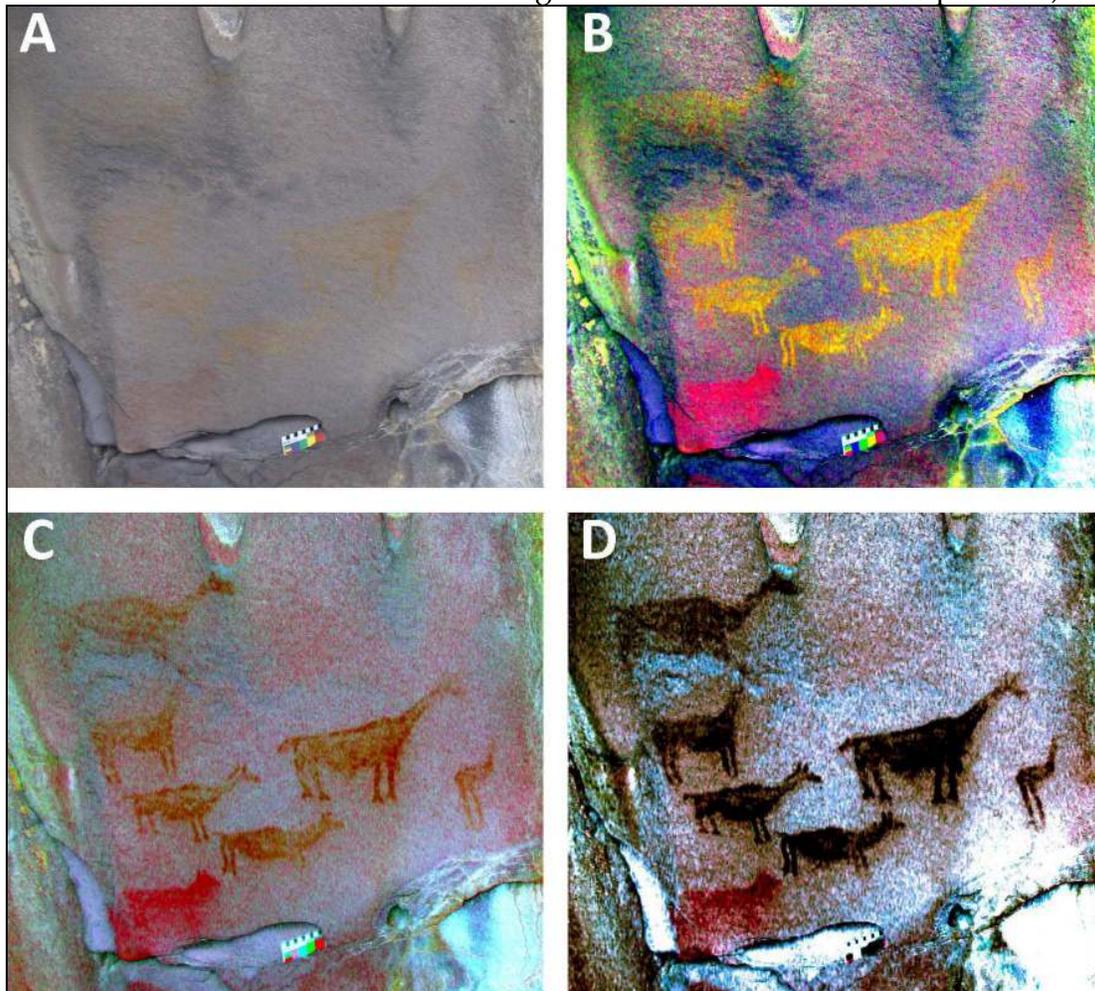


Figura 6. A) Ampliación de motivos de IMG_1472 en su estado original. B) Figura 6A procesada con el *DStretch-ImageJ* en el canal de color YDS con una intensidad de 20 puntos. C) Figura 6A procesada en el canal de color YWE con una intensidad de 12.5 puntos. D) Figura 6A procesada en el canal de color LYE con una intensidad de 30 puntos.

Consideraciones finales y perspectivas

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del software *DStretch-ImageJ* a imágenes digitales de motivos y conjuntos de motivos ejecutados en diferentes tipos de soportes de dos regiones distintas de Patagonia demuestra la utilidad de esta herramienta en el mejoramiento de la percepción y el análisis de

motivos que son frecuentes en el arte rupestre patagónico (eg. negativos de mano, tridígitos y guanacos). En los cuatro casos analizados en este trabajo se ha mostrado la capacidad del software para: a) rescatar motivos desvaídos, prácticamente invisibles al ojo humano (eg. negativos de manos de color amarillo); b) destacar superposiciones (eg. negativos de manos rojos sobre amarillos); c) identificar motivos no percibidos en el relevamiento de campo o erróneamente registrados en base a su grado de deterioro (eg. tridígito registrado originalmente como restos de pigmento o mancha); y d) caracterizar de manera más ajustada -con mayor grado de detalle- motivos ya conocidos (eg. negativos de manos amarillos y guanacos). En este último sentido, resulta importante destacar las ventajas ofrecidas por *DStretch-ImageJ* en el rescate de detalles morfológicos de los motivos -y, por lo tanto, información- que serían muy difíciles de observar sin la utilización de esta herramienta. Así, por ejemplo, en el caso de negativos de manos muy desvaídos la aplicación del software ofrece la posibilidad de obtener información sobre medidas y realizar inferencias de lateralidad que serían muy difíciles de llevar a cabo en el estado de conservación original del motivo. En el caso de los guanacos, por su parte, permitió percibir pequeños detalles morfológicos (eg. orejas, colas, terminación de las extremidades, etc.) que contribuyen a discriminar diferencias y especificidades estilísticas en los modos de representación de un tipo de motivo frecuentemente utilizado como indicador estilístico en el arte rupestre de Patagonia. Por esta última razón, el aumento en el nivel de registro de sus detalles compositivos resulta crucial.

Como *DStretch* trabaja resaltando y mejorando las diferencias entre los colores encontrados en una imagen digital (ello incluye el color de la roca soporte, las pinturas y las pátinas), su funcionamiento no se ve limitado por un color determinado de pigmento o roca soporte, sino por la relación de contraste existente entre ellos y la presencia de pátinas que puedan intervenir en el proceso de resalte, disminuyendo la calidad del procesamiento de los motivos. De esta manera, el programa ofrece sus mejores resultados cuando el contraste entre la roca soporte y el pigmento -sin importar sus colores- es mayor y la presencia de pátinas en la imagen es menor.

El sencillo manejo del software -que no requiere de un alto grado de entrenamiento-, su disponibilidad libre en internet, su aplicabilidad a cualquier tipo de captura fotográfica digital y captura fotográfica tomada con película posteriormente revelada y escaneada, sumado a las capacidades técnicas demostradas, convierten al *DStretch-ImageJ* en una herramienta muy conveniente para el análisis de pinturas rupestres.

Ahora bien, el éxito en el procesamiento de imágenes de pinturas rupestres demostrado por DStretch a lo largo de éste trabajo orienta a tener en cuenta nuevas consideraciones a la hora del relevamiento fotográfico del arte rupestre para su posterior análisis con esta aplicación. Entre estos nuevos recaudos deberían figurar:

- 1) la ampliación de las capturas más allá de los motivos fácilmente identificables mediante fotografías que incluyan tanto el panel como sus áreas aledañas inmediatas, adonde puedan existir mayores posibilidades de encontrar motivos difíciles de percibir a simple vista en el relevamiento de campo, ya sea porque las condiciones de observación no son las adecuadas o porque el estado de deterioro del motivo sea muy avanzado.
- 2) el relevamiento fotográfico más detallado de los motivos identificados como rastros o manchas de pigmento, de manera tal de contar con imágenes digitales de calidad que permitan explotar al máximo las capacidades del DStretch. Esto permitirá verificar si realmente se trata de manchas o rastros de pigmentos o, como ya se ha visto aquí, estamos en presencia de restos de un motivo originalmente con morfología definida pero que, por su actual grado de deterioro, no podemos percibir como tal.

De esta manera, el uso de esta técnica en el laboratorio influye en un doble sentido sobre el trabajo arqueológico. Por una parte, aumenta la rigurosidad y resolución de la recuperación de datos visuales relativos a la documentación de arte rupestre. Por otra parte, influye sobre los protocolos de registro de imágenes a utilizar durante el trabajo de campo, ya que induce al observador no sólo a registrar lo que ve, sino también rastros rupestres cuasi-invisibles, que podrán hacerse posteriormente visibles mediante el procesamiento digital de las imágenes fotográficas.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco de los proyectos PIP (CONICET) 0356 y UBACyT W1/0404. Queremos expresar nuestro agradecimiento a las Mineras Triton S. A. y Piedra Grande, quienes nos proporcionaron apoyo logístico. A la Dirección de Patrimonio de la Provincia de Santa Cruz y a las Direcciones de Cultura de Gobernador Gregores, Comandante Luis Piedrabuena y Puerto Santa Cruz. A las familias Hudson y Piltch, propietarios de los campos, así como al personal de ambas estancias. Agradecemos especialmente a Mariana Ocampo por su fundamental participación en los relevamientos de arte realizados en Yaten Guajen y El Lechuza, y a Natalia Cirigliano y Pablo

Ambrústolo por su ayuda dedicada en los relevamientos de La Gruta y Viuda Quenzana. A los integrantes del equipo que a través de su trabajo hicieron posible llevar adelante nuestros relevamientos: Marilina Martucci y Brenda Gilio. Finalmente a Danae Fiore cuya revisión y comentarios de las distintas versiones del manuscrito contribuyeron a mejorar inmensamente este trabajo.

Notas

¹ Aquí sólo se exponen los requerimientos técnicos necesarios para la instalación de la plataforma *Java* en procesadores con sistema operativo *Windows*, por ser los más frecuentes.

Bibliografía citada

Acevedo A., M. Ocampo, D. Fiore y N. V. Franco.
2010. El arte rupestre de los cañadones Yaten Guajen y El Lechuza, margen norte del río Santa Cruz: nuevos resultados y tendencias. *Libro de Resúmenes del VIII Simposio Internacional de Arte Rupestre* (Formato CD), pp. 1-5. ISES, CONICET/UNT, CIUNT, IAM, FCN e IML, UNT. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

Aguerre, A. M.
2003. La Martita: Ocupaciones de 8000 años en la Cueva 4. En A. Aguerre (comp.), *Arqueología y Paleoambiente en la Patagonia Santacruceña Argentina*: 29-61. Buenos Aires. Ediciones del autor.

Burmeister, C.
1892. Nuevos datos sobre el territorio de Santa Cruz. *Revista del Museo de La Plata* 4: 227-352.

Departamento de Turismo Sustentable de Aysen
2011. Noticias de investigación. Hallazgo de nuevas pinturas rupestres en sector Lago Elizalde, junio 2011. Documento electrónico.
<http://www.turismocientifico.cl/noticias/Comunicados/Nuevos hallazgos de arte rupestre en Lago Elizalde.pdf> (acceso 20 de Mayo de 2012).

Durán, V., A. Gil, G. Neme y A. Gasco
2003. El Verano: ocupaciones de 8900 años en la Cueva 1 (Santa Cruz, Argentina). En A. Aguerre (comp.), *Arqueología y Paleoambiente en la Patagonia Santacruceña Argentina*: 93-120. Buenos Aires. Ediciones del autor.

Esqueda Elizondo, J. J.

2002. Fundamentos de procesamiento de imágenes.

<http://diegomrivera.com/cursos/vision/fundamentos.pdf> (acceso 16 de Noviembre de 2011).

Fiore, D. y M. Ocampo.

2009. Arte rupestre de la región Margen Norte del Río Santa Cruz: una perspectiva distribucional. *Arqueología de Patagonia: una mirada desde el último confín* (ed. por Salemme, M., F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M. Mansur), pp. 499-513. Ushuaia, Editorial Utopías.

Franco, N. V.

2007. Informe de tareas realizadas en el marco del proyecto UBACyT F 140 (2004-2007): "Variaciones regionales y diseños artefactuales compartidos en el sur de Patagonia continental y norte de Tierra del Fuego". Enero 2006 a septiembre 2007. Presentado a la Dirección de Patrimonio de la Provincia de Santa Cruz.

2008. La estructura tecnológica regional y la comprensión de la movilidad humana: tendencias para la cuenca del río Santa Cruz. *Arqueología del extremo sur del continente americano. Resultados de nuevos proyectos* (comp. por L. A. Borrero y N. V. Franco), pp. 119-154. Ed. Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (CONICET). Buenos Aires.

Franco, N. V. y R. G. Cattaneo.

2009. Trabajos arqueológicos en el área de La Gruta (Gobernador Gregores, Santa Cruz, Argentina). Ms.

Franco, N. V., C. Otaola y M. Cardillo.

2007a. Resultados de los trabajos exploratorios realizados en la margen norte del río Santa Cruz (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos* (ed. por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamonde), pp. 541-553. Ediciones CEQUA. Punta Arenas, Chile.

Franco, N. V., M. Cardillo, C. Otaola, N. Arregui y E. Gaal.

2007b. Tendencias preliminares en el registro arqueológico del curso medio y superior del arroyo El Lechuza, pcia. Santa Cruz, Argentina. *Intersecciones en Antropología* 8: 271-285.

Franco, N. V., M. Martucci, P. Ambrústolo, G. Brook, M. V. Mancini y N. Cirigliano. 2010. Ocupaciones humanas correspondientes a la transición Pleistoceno-Holoceno al sur del Macizo del Deseado: el área de La Gruta (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXV*: 301-308.

Franco, N. V., P. Ambrústolo, A. Acevedo, N. Cirigliano y M. Vommaro. 2011b. Prospecciones en el sur del Macizo del Deseado. Los casos de La Gruta y Viuda Quenzana En "Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la Arqueología de Patagonia", editado por la Comisión Organizadora de las VIII Jornadas de Arqueología de la Patagonia, Malargüe, en prensa.

Franco, N. V., P. Ambrústolo y N. Cirigliano. 2012a. Disponibilidad de materias primas líticas silíceas en el extremo sur del Macizo del Deseado: los casos de La Gruta y Viuda Quenzana. *Magallania*, 40 (1): 279-286.

Franco, N. V., P. Ambrústolo, F. Skarbun, N. Cirigliano y M. Martucci. 2011b. El Macizo del Deseado como fuente de aprovisionamiento de rocas silíceas. Variaciones en disponibilidad y circulación: algunos ejemplos. *Cazadores recolectores del Cono Sur. Revista de Arqueología*, en prensa.

Franco, N. V., N. Cirigliano, A. Acevedo, D. Fiore y M. Ocampo. 2012b. Pigmentos, artefactos y cronologías en los cañadones de la margen norte de la Cuenca Media y Superior del río Santa Cruz. Trabajo enviado a evaluación.

Gradin, C.

2000. *Más allá y más acá del Río Santa Cruz*. Nuevo Offset, Buenos Aires.

2001. El arte rupestre de los cazadores de guanaco de la Patagonia. *Historia Argentina Prehispánica* (ed. por E. Berberían y A. Nielsen), pp. 839-874. Brujas, Córdoba.

Gradin, C. y A. M. Aguerre.

1983. Arte rupestre del "Área de La Martita" sección del departamento Magallanes provincia de Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XV*: 195-223.

Gutiérrez Calvache, D. A., J. B. González Tendero, y R. Fernández Ortega.

2009. Primera aplicación de DStretch-ImajeJ. Mejora automatizada de imagen digital en el arte rupestre cubano. En *Rupestreweb*, <http://www.rupestreweb.info/dstretch-cuba.html> (acceso 16 de Noviembre de 2011).

Harman, J.

2006. A New Look at Rocky Hill.

<http://www.dstretch.com/RA2006Web/RA2006Web.html> (acceso 16 de Noviembre de 2011).

2007. Using DStretch to Reveal Patterns of Figure Placement at Two Great Mural sites. <http://www.dstretch.com/ARARA2007/ARARA2007.html> (acceso 16 de Noviembre de 2011).

2008 [2005]. Using Decorrelation Stretch to Enhance Rock Art Images.

<http://www.dstretch.com/AlgorithmDescription.html> (acceso 16 de Noviembre de 2011).

2010. Cueva San Borjitas: Birthplace of the Great Mural Tradition.

<http://www.dstretch.com/RA2010Web/index.html> (acceso 16 de Noviembre de 2011).

2011a. DStretch Help. <http://www.dstretch.com/DStretchHelp.html> (acceso 16 de Noviembre de 2011).

2011b. The Monos of Cueva San Borjitas.

<http://www.dstretch.com/ARARA2011Web/index.html> (acceso 16 de Noviembre de 2011).

Hostnig, R.

2011a. Inventario y análisis iconográfico de las manifestaciones rupestres de Coasa en la vertiente oriental de la cordillera de Carabaya, Puno, Perú.

<http://www.rupestreweb.info/coasa.html> (acceso 20 de Mayo de 2012).

2011b. Caza o captura de camélidos mediante trampas en las pinturas rupestres de Pulpintoqasa, Apurímac, Perú. <http://www.rupestreweb.info/pulpintoqasa.html> (acceso 20 de Mayo de 2012).

2012. Las pinturas rupestres de Pamparaqay, Apurímac, Perú. Obra maestra del Arcaico andino-peruano. Parte I: Iglesiasmachay.

<http://www.rupestreweb.info/pamparaqay1.html> (acceso 20 de Mayo de 2012).

ImageJ.

2012. Introduction. <http://rsbweb.nih.gov/ij/docs/intro.html> (acceso 20 de Mayo de 2012).

Java.

2012a. Conozca más sobre la tecnología Java. <http://www.java.com/es/about/> (acceso 20 de Mayo de 2012).

2012b. Requisitos del sistema en Windows.

http://www.java.com/es/download/win_sysreq-sm.jsp (acceso 20 de Mayo de 2012).

Molina, M.

1972a. Arqueología patagónica - arte rupestre austral. *Antiquitas* XII-XIII: 24-30.

1972b. Nuevos aportes para el estudio del arte rupestre patagónico. *Anales de la Universidad de la Patagonia San Juan Bosco* I (2): 64-182.

Menghin, O.

1952. Las pinturas rupestres de la Patagonia. *Runa* 5 (1-2): 5-22.

1957. Los estilos del arte rupestre de Patagonia. *Acta Prehistórica* I: 57-87.

Panza, L. y M. R. Franchi.

2002. Magmatismo basáltico cenozoico extraandino. *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Relatorio del XV Congreso Geológico Argentino, El Calafate* (ed. por M. J. Haller), capítulo I-14, pp. 201-236. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires.

Panza, J. L. y G. Marín.

1998. Hoja Geológica 4969-I "Gobernador Gregores" Provincia de Santa Cruz. Boletín 239. SEGEMAR. Bs.As. Argentina

Russo, A. M., A. Flores Y H. Di Benedetto.

1980. Patagonia Austral Extrandina. *Geología Regional Argentina*, (ed. por J. C. Turner), pp. 1431-1482. Academia Nacional de Ciencias 2, Córdoba.

Vector Argentina S.A.

2005. Estudios de la Línea de base del proyecto Manantial. Informe arqueológico. En: MWH. Informe de Impacto Ambiental Proyecto Manantial Espejo. Gobernador Gregores, Provincia de Santa Cruz, Argentina. Noviembre de 2005.