

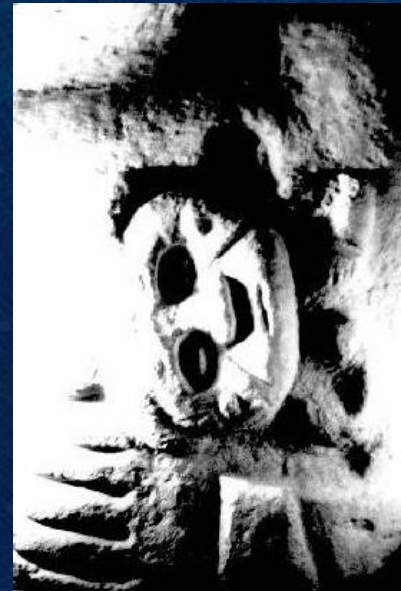


InoCyTec  
PATRIMONIO



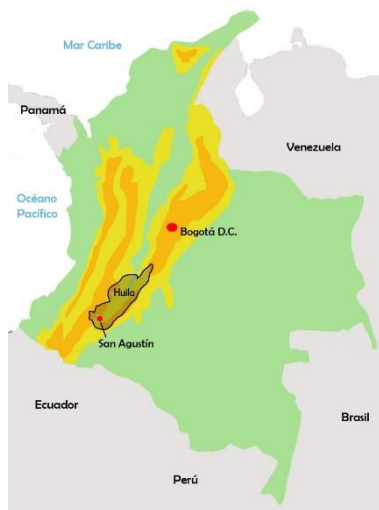
Análisis visual y en laboratorio de esculturas policromadas en piedra prehispánicas como soporte para la aplicación del criterio de mínima intervención.

María Paula Álvarez  
Universidad Externado de Colombia  
/ Corporación Proyecto Patrimonio





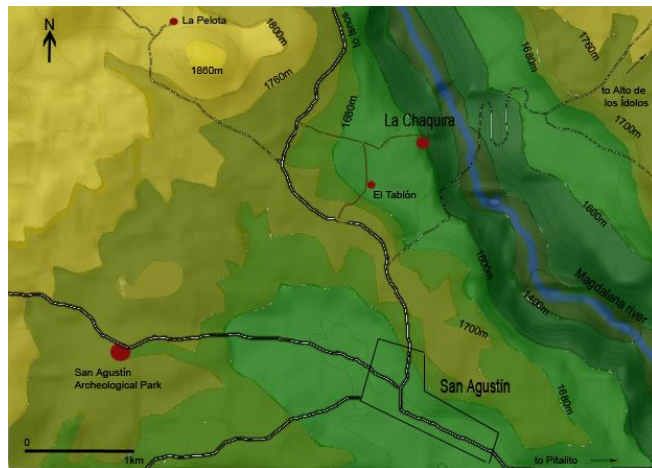
## Estudios de materiales, técnica de elaboración y estado de conservación en dos esculturas del Purutal (No 161 y 162) y nueve tumbas policromadas del Alto de los Ídolos y el Alto de las Piedras (FIAN-Álvarez, 1999 y 2000)



Zona arqueológica de San Agustín



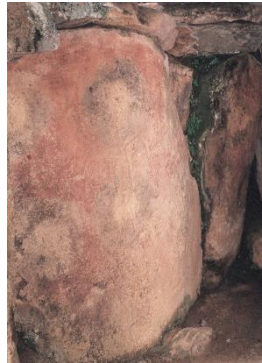
El Purutal



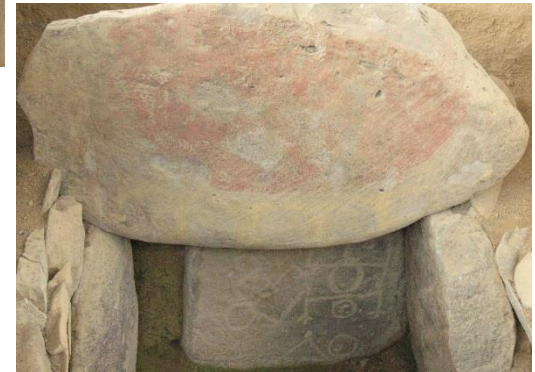
Alto de las Piedras



Alto de los Ídolos



Estatuaria en roca con policromía mas o menos discernible,  
Bienes arqueológicos excepcionales  
Con riesgo de pérdida,



Cómo enfrentar el problema de su conservación  
apoyados en el estudio profundo de estos?



## METODOLOGÍA

- Investigación en fuentes escritas (reportes arqueológicos, sobre técnicas escultóricas y artísticas y estudios de conservación ) y orales (entrevistas a custodios y guías)
- Trabajo de experimentación en campo y con los escultores de la zona
- Análisis in situ:
  - determinación del color con escala de munsell,
  - determinación de huellas de herramientas de talla y policromía,
  - determinación del contenido de humedad,
  - realización de pruebas al tacto para determinar cohesividad de la superficie,
  - inspección de la superficie con luz UV,
  - identificación de deterioros (faltantes, fractura, polvo, depósitos de sales, biodeterioro, pulverulencia de la policromía o el soporte, alteración y solubilización del color negro y manchas)

- Análisis de laboratorio para determinación del soporte pétreo y la capa pictórica y su estado de conservación
  - Estudios petrográficos realizados en secciones delgadas y disgregados (Universidad Externado de Colombia. Mario Omar Fernández y Universidad Nacional. Carlos Macía y Andrea Amórtegui)
  - Cortes estratigráficos (Universidad Externado de Colombia. Javier Uribe. )
  - Pruebas a la gota (microquímica) para determinación de pigmentos, sales y aglutinante (Universidad Externado de Colombia. Javier Uribe)
  - Determinación de biodeterioro (Universidad Externado de Colombia. María Paula Quiceno y Centro Nacional de Restauración. Alejandro Acosta)
  - Microscopía electrónica acoplada a Microsonda - SEM-EDX (Ingeominas y Universidad Nacional. Sergio Gaviria )
  - Difracción de Rayos - DRX (Centro Nacional de Restauración. Eliseo Pérez)
  - Espectroscopia de infrarrojo - FTIR (Universidad Nacional. Luis Enrique Cuca)
- Elaboración del diagnóstico de estado de conservación a partir de la información aportada por los anteriores puntos
- Planteamiento de recomendaciones y propuesta de intervención



## RESULTADOS. Materialidad

- Para tallar las esculturas fueron utilizadas rocas volcánicas como la **ignimbrita (toba)** y la **andesita** que son rocas de dureza media, trabajables con herramientas líticas que se encuentran en afloramientos en la zona.
- Para la construcción de las tumbas se utilizaron lajas y columnas de **basalto** que ya presentaban las formas requeridas para la construcción de las estructuras funerarias.



Montículo 1,  
Alto de las Piedras



Montículo 3,  
Alto de los Idolos



Montículo 10, Alto de los Idolos



Montículo 1, Alto de los Idolos



Montículo 2, Alto de las Piedras

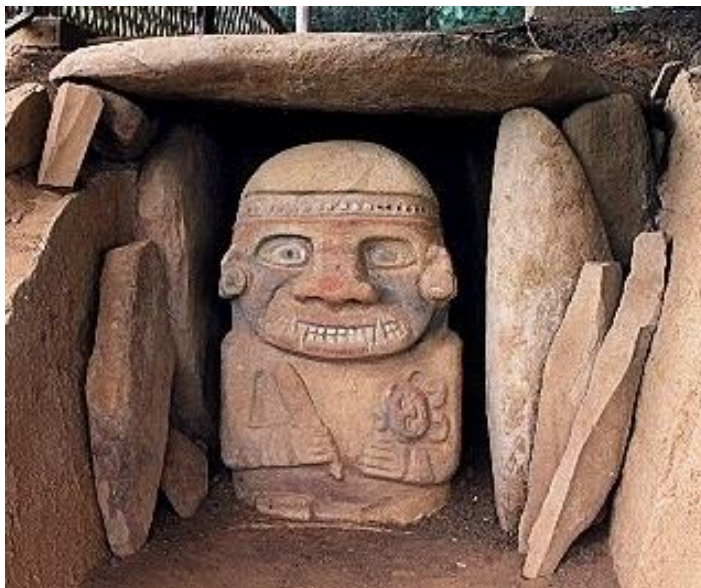
- A partir de los resultados obtenidos con SEM-EDX y DRX para la policromía de las esculturas del Purutal se utilizaron tierras coloreadas en su mayoría compuestas por una **mezcla de arcillas con pigmentos de naturaleza inorgánica** como óxidos de hierro (amarillo y rojo), óxido de calcio y probablemente calcita y talco (blanco) y óxido de manganeso (negro). Además las investigaciones con FTIR establecieron que probablemente se usó un **colorante** en las tonalidades grises de la cara y un **aglutinante de naturaleza orgánica** (polisacárido de origen vegetal) que facilitó la aplicación de la pintura de lo que se deduce que se trataba de una técnica a la **tempera**.
- En las tumbas y a partir de los análisis de microquímica, SEM-EDX, DRX y el conocimiento de la geología de suelos de la zona se encontró que fue frecuente el uso de **negro de humo**, la **tierra de sombra** o una mezcla de minerales de coloración negra que aparecen en los suelos de la zona como son los **óxidos de titanio, óxidos de manganeso (pirolusita) y óxidos de hierro (magnetita)** también mezclados con arcillas. Allí el pigmento rojo corresponde a **tierra roja** que son óxidos de hierro mezclados con arcillas como caolines e illitas, la tierra amarilla corresponde a **ocre amarillo** que es una mezcla de óxidos de hierro con serpentinas, cloritas y halloisitas y el blanco con es **óxido de calcio, caolines y esmectitas**, todas éstas sirviendo como medio para la aplicación del color. Los resultados de los análisis con FTIR realizados sobre muestras de la policromía de las tumbas no arrojaron resultados concluyentes sobre la presencia de un aglutinante de naturaleza orgánica, de lo que se deduce que se trata de una técnica similar al falso fresco.



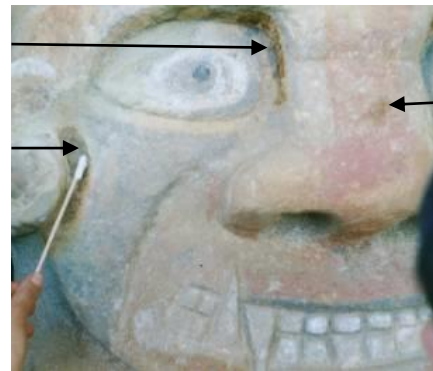
## Escultura 162. El Purutal



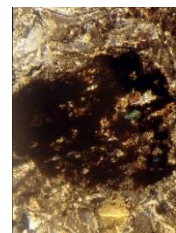
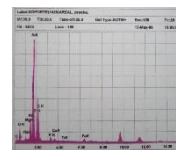
1984 recién hallada



1998 antes de la intervención

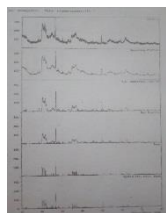


1999 durante y después de la intervención

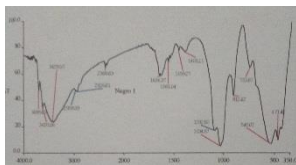


María Paula Álvarez/ U.Externado

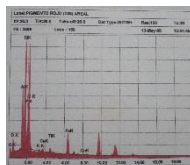
### Análisis realizados en 1998



Amarillo-DRX



Negro-FTIR



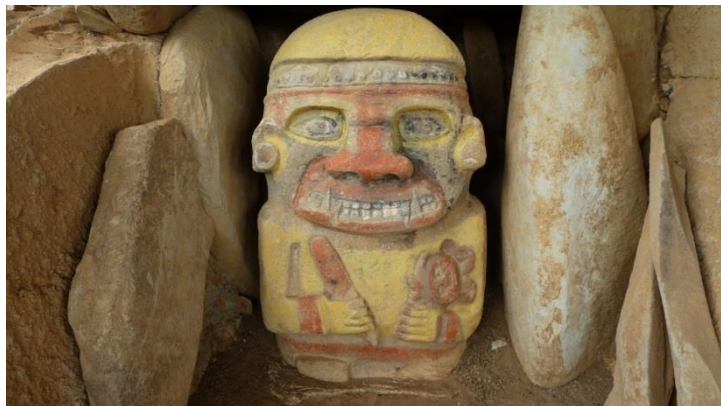
Rojo SEM-EDX



Rojo 982μm

Ignimbrita 100x





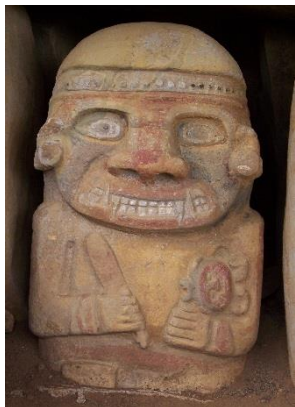
Escultura repintada en 2011

## Escultura 162. El Purutal



2011 después de  
intervención

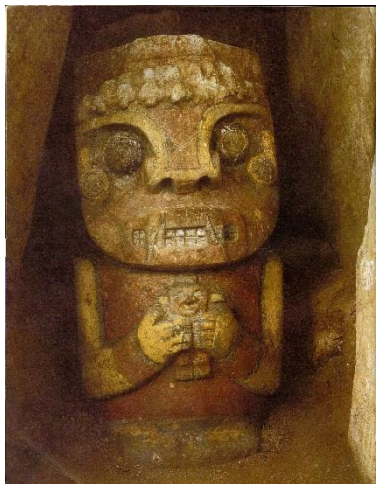
María Paula Álvarez/ ICANH



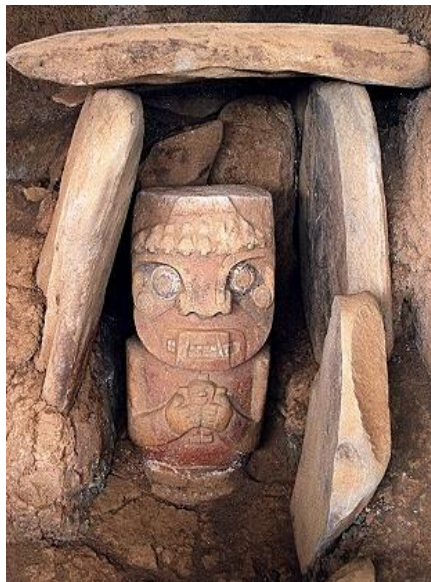
Antes de ser repintada en 2007 y 2010



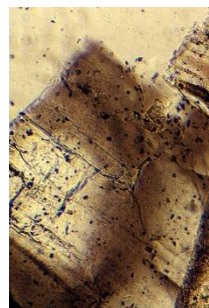
## Escultura 161. El Purutal



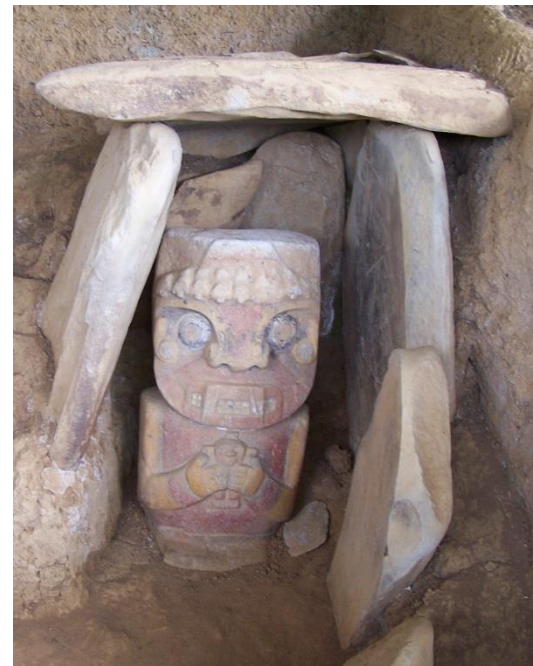
1984 recién hallada



1998 antes de la intervención



Ignimbrita 100x



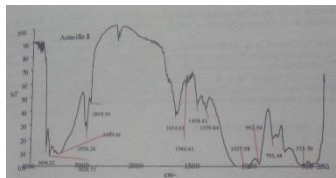
1999 después de la intervención



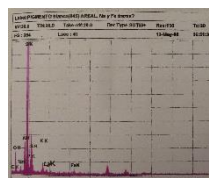
Negro 180μm



Rojo 295- 98μm



Amarillo FTIR

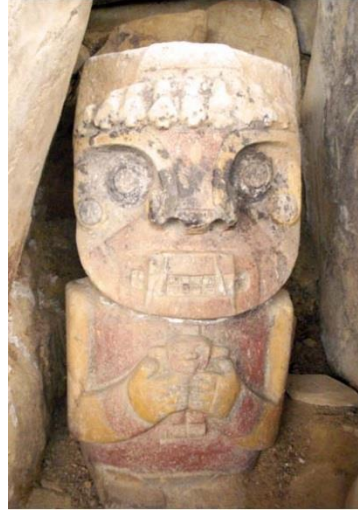


Blanco SEM



Manchas negras en 1998

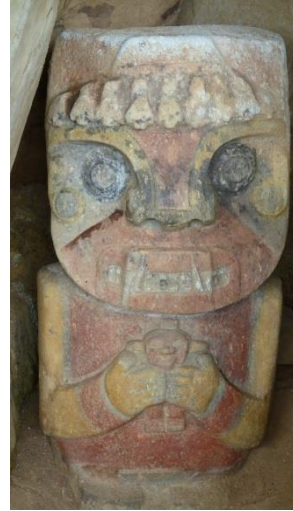
Intervención  
realizada en 2005



2010. Antes de ser repintada



Escultura repintada en 2011



2011 después de la  
intervención

## Escultura 161. El Purutal



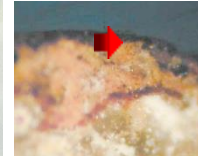
## Montículo 2, Alto de las Piedras



Montículos 2 y 3 Alto de los Ídolos



Amarillo 120-130  $\mu\text{m}$



Negro 320 - 330  $\mu\text{m}$



Rojo 35  $\mu\text{m}$



Amarillo 40-50  $\mu\text{m}$





- Si bien antes de ser talladas muchas de las rocas ya presentaban meteorización superficial por efecto del intemperismo, y en el proceso de transporte, talla y enterramiento sufrieron impactos que contribuyeron con la afectación de las superficies, realmente es a partir de la **excavación y la reconstrucción de los sitios** cuando los procesos de deterioro se aceleran, y gran parte de la policromía se pierde, especialmente por no haber sido protegida a tiempo con cobertizos.
- La **humedad** ha sido uno de los factores que más ha contribuido con el deterioro de las esculturas y tumbas y su policromía (caso de ello: los negros a base de óxidos de manganeso que migran fácilmente, las estructuras funerarias que perdieron mucha de su policromía por causa de la lluvia).
- La presencia de **suciedad superficial, biodeterioro** (microorganismos, musgos, líquenes, hepáticas, plantas inferiores) y **sales** resultan también deteriorantes para la piedra y su policromía y por tanto se planteó que debían eliminarse aplicando el criterio de mínima intervención y controlarse con labores de mantenimiento y monitoreo. Muchas de las sales provenían de las intervenciones de cemento realizadas en los años 70s y 80s, mientras que en las tumbas del Alto de los Idolos y las Piedras se recomendó retirar el cemento presente en paredes y entre lajas, sustituyéndolas por tierra o bahareque, para las esculturas del Purutal éste se conservó pues retirarlas resultaba más perjudicial.

## Trabajos de conservación. Alto de los Idolos y de las Piedras. ICANH. 2002 a 2007



Agrupación de elementos fracturados sin su readhesión.



Reemplazo de paredes de cemento por bahareque o tierra.



Eliminación de suciedad superficial y biodeterioro



Labores de mantenimiento



María Paula Álvarez/ ICANH.

**Análisis visual, identificación macroscópica de la roca, análisis de espectrometría de reflectancia de infrarrojo y diagnóstico de cuatro esculturas en piedra procedentes del Museo del Oro de Pasto, Nariño (Museo del Oro, Álvarez y Martínez, 2016)**



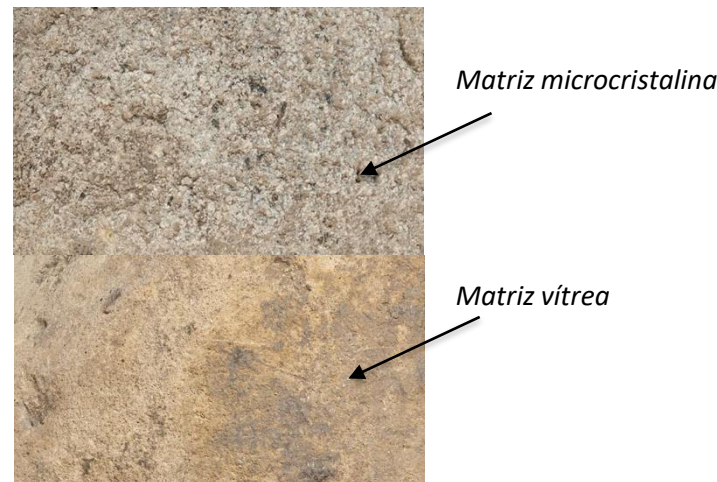


## METODOLOGÍA

- No se encontraron referencias bibliográficas o reportes arqueológicos de estas piezas, se contaba con experiencia previa en el estudio e intervención de este tipo de bienes patrimoniales.
- Análisis visual:
  - determinación de huellas de herramientas de talla y policromía,
  - realización de pruebas al tacto para determinar cohesividad de la superficie,
  - identificación de deterioros (suciedad, faltantes, fisuras, rotura, rayones, depósitos de tierra, falta de cohesión de la policromía o el soporte, restos de mortero de pega y de adhesivo)
  - Evaluación de la composición de la roca, textura, grado de meteorización. (Lina Fernanda Martínez)
- Análisis in situ en tanto el análisis no podía ser destructivo (implicar la toma de muestras)
  - Análisis de espectrometría de reflectancia, realizado con dispositivo portable (Lina Fernanda Martínez) con el fin de precisar composición del soporte, recubrimientos y policromías.
- Elaboración del diagnóstico de estado de conservación a partir de la información aportada por los anteriores puntos.
- Definición de la propuesta de intervención y las recomendaciones de conservación atendiendo al criterio de mínima intervención.

## RESULTADOS. Análisis visual.

- Existen diferencias composicionales y texturales en las rocas sobre las cuales fueron talladas las piezas prehispánicas correspondiendo con andesitas a dacitas. La matriz de la roca, varía de microcristalina a vítrea.
- Las esculturas podrían provenir de lugares diferentes y responden de manera distinta a procesos de meteorización. La matriz vítrea se deteriora rápidamente al someterse a condiciones ambientales, mientras la matriz microcristalina es mas estable y se deteriora lentamente.
- En todas las esculturas hay productos de meteorización como minerales de arcilla de tipo montmorillonita, halloisita y caolinita que pueden ser propios de la alteración de la roca por intemperismo o ser parte de policromías o recubrimientos intencionales.



- En tres de las esculturas se aprovecharon bloques de roca redondeados, producto de erosión esférica para realizar la talla.

L926



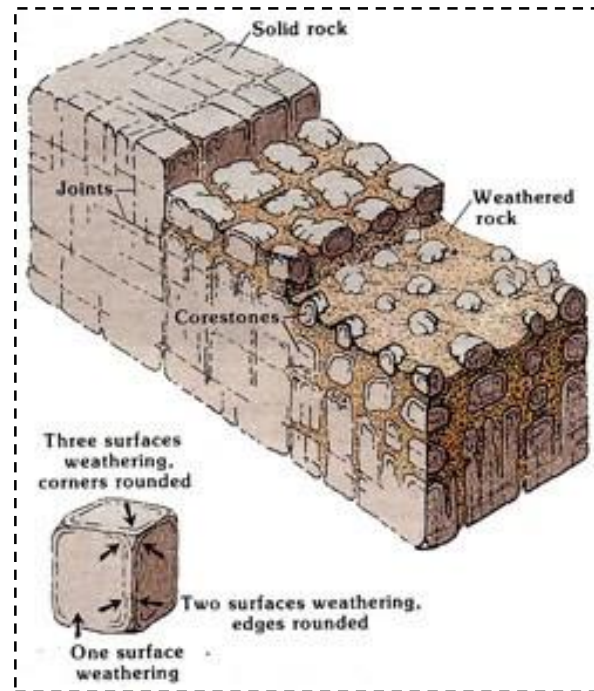
L927



L1281



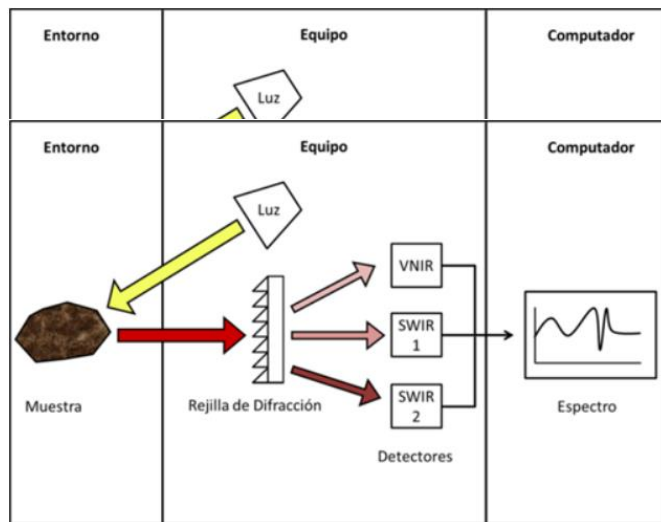
## Meteorización esférica





## RESULTADOS. Análisis in situ.

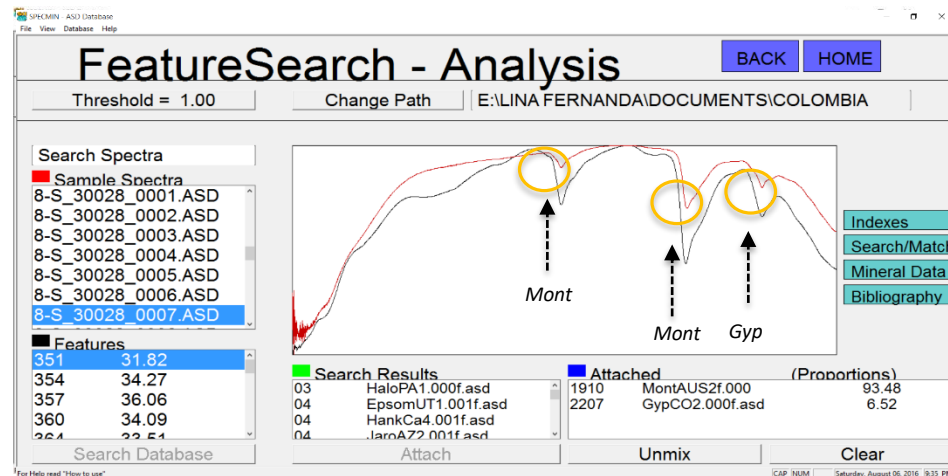
### Funcionamiento Terraspec Halo



Cortesía Instruserv Ltda



- Interpretación semicuantitativa con el software specmin home
- Detección de minerales en VIS,NIR (IR cercano),SWIR (IR onda corta)
- Minerales que con mayor frecuencia provienen de procesos de meteorización de la roca



Software Specmin home

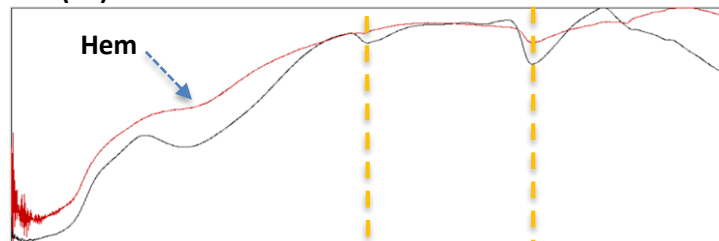


**L926**

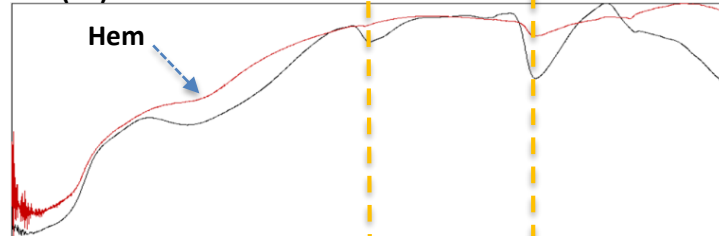
PUNTO	CARACTERÍSTICAS	MINERAL 1	CANTIDAD	MINERAL 2	CANTIDAD	MINERAL 3	CANTIDAD
19	Recubrimiento	Montmorillonita	71,7	Goethita	15,79	Alofana	12,51
20	Policromía?	Sílice	45,18	Montmorillonita	38,55	Montmorillonita	16,27
21	Policromía?	Sílice	88,54	Hematita	11,46		
22	Recubrimiento	Sílice	87,63	Hematita	12,37		
23	Recubrimiento	Sílice	75,77	Hematita	21,56	Bentonita	2,67
24	Recubrimiento	Caolinita	64,92	Sílice	27,31	Hematita	7,77
25	Policromía?	Caolinita	50,77	Hematita	45,77	Sílice	3,53
26	Policromía?	Caolinita	38,54	Hematita	36,19	Sílice	25,27
31	Policromía?	Goethita	75,96	Ferrihidrita	24,04		
32	Recubrimiento	Goethita	76,14	Ferrihidrita	23,86		
33	Policromía?	Goethita	49,43	Ferrihidrita	31,57	Yeso	19

- A pesar del deterioro de las superficies pétreas, se pudieron conservar parte de algunas policromías y recubrimientos.
- En este caso se encontraron mezclas de hidróxidos de hierro goethita-ferrihidrita, correspondientes a policromías (21) y a recubrimientos (22,32).

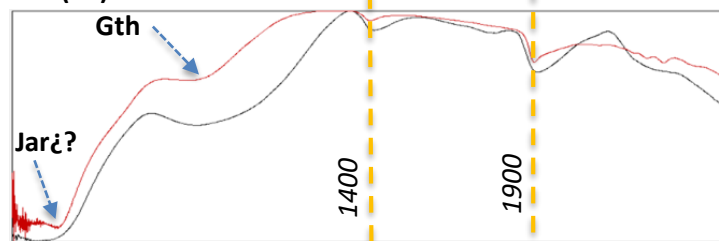
### 3.1 (21)



### 3.2 (22)



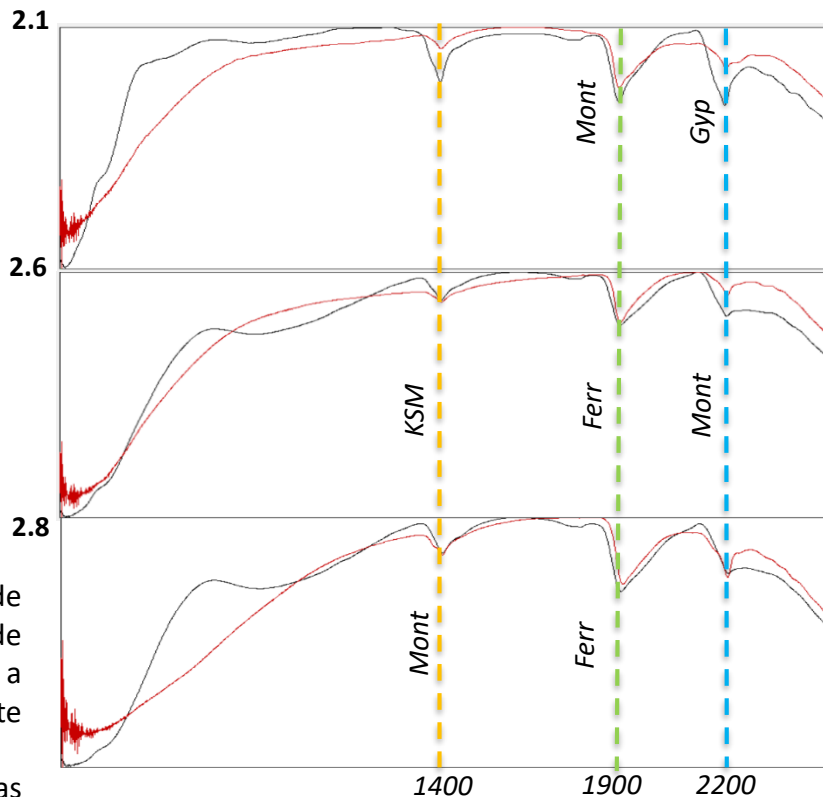
### 3.3 (32)





En este caso, los espectros muestran leves y difusos rasgos de óxidos de hierro, esta no continuidad de distribución y ocurrencia de óxidos de hierro, se da seguramente porque el equipo realiza una medición con 2 a 3 mm de profundidad lo que deja por fuera la detección netamente superficial.

El enterramiento de las esculturas pudo haber degradado las policromías, dejando sólo expuestas pequeñas porciones con muy bajas concentraciones (<5%) que el instrumento no alcanza a detectar.



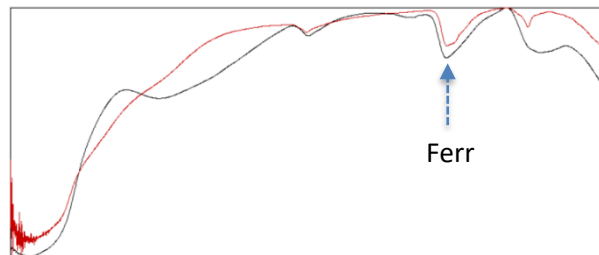


## L1281

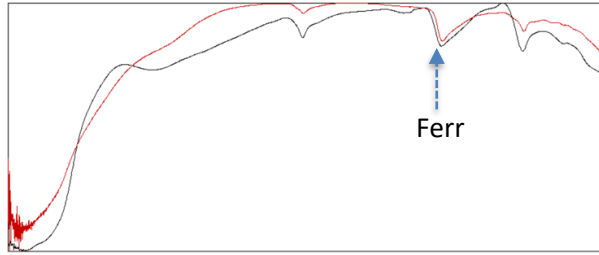


PUNTO	CARACTERÍSTICAS	MINERAL 1	CANTIDAD	MINERAL 2	CANTIDAD	MINERAL 3	CANTIDAD	MINERAL 4	CANTIDAD
27	Policromía?	Montmorillonita	58,46	Caolinita	41,54				
28	Policromía?	Ferrihidrita	55,62	Silice	44,38				
29	Policromía?	Illita	70,15	Ferrihidrita	22,61	Caolinita-esmectita	5,87	Montmorillonita	1,36
30	Roca	Ferrihidrita	43,38	Nontronita	34,71	Hematita	21,91		

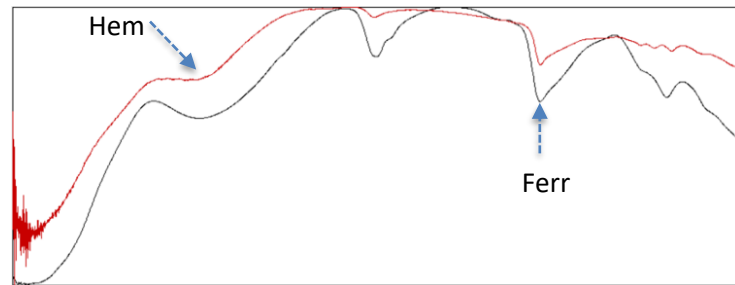
4.2 (28)



4.3 (29)



4.4 (30)

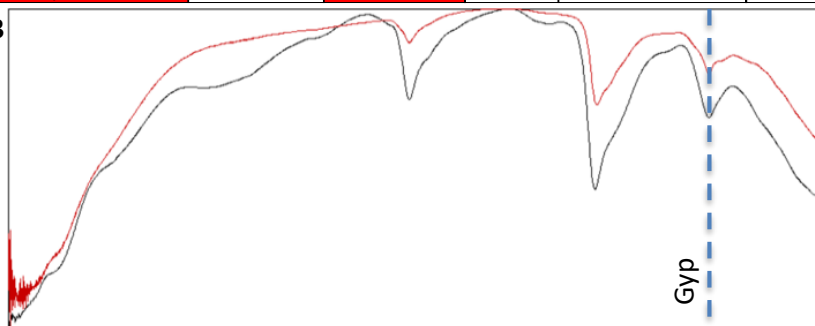


- La policromía se concentra hacia las paredes de ésta, mientras las partes alejadas de la pared parecen presentar mayor contenido de minerales propios de la meteorización de la roca.
- Los cristales de biotita parecen preservarse en buena parte de la escultura y no hay evidencia precisa sobre óxidos de hierro desarrollados a partir de esta.
- El hallazgo de porcentajes importantes de ferrihidrita ( $\geq 25\%$ ) en la pieza podría apoyar la hipótesis de una policromía, distribuida de forma heterogénea sobre la escultura.



MINERAL 1	CERTEZA	MINERAL 2	CERTEZA	MINERAL 3	CERTEZA
No_Match_Both	3				
Montmorillonite	3	Halloysite	2	Gypsum	1
Beidellite	2				
Heulandite	3	KaolinitePX	2	Muscovite	1
Montmorillonite	3	KaolinitePX	2	Gypsum	1
Montmorillonite	3	Halloysite	2	Gypsum	1
Montmorillonite	3	Gypsum	1	KaolinitePX	1
Montmorillonite	3	KaolinitePX	2	No_Match_VNIR	3
FeMont	3	No_Match_VN	3		
Goethite	3	FeMont	3		
Goethite	3	FeMont	3		
Ferrihydrite	2	FeMont	3	Muscovite	3

2.3



2200

La espectrometría de reflectancia permitió determinar la presencia de yeso en tres de las esculturas prehispánicas, relacionado a sus condiciones de montaje, manipulación y depósito. La vesicularidad de las rocas en las que se realizó la talla permite que el yeso permanezca en las piezas a pesar de la limpieza realizada. La presencia de yeso no interfiere con la identificación de los óxidos e hidróxidos de hierro.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- La inspección visual permitió comprender que los talladores parecían conocer las propiedades de la roca en que se realizó la escultura y establecer hipótesis e torno a la policromía y cubrimiento de las superficies pétreas.
- La espectroscopía de reflectancia permitió establecer que sobre las esculturas L926 y L927, se conserva un recubrimiento conformado por goethita-ferrihidrita-hematita, probablemente jarosita y arcillas, que al parecer fue aplicado de manera intencional. Esta mezcla de arcillas, óxidos e hidróxidos, impermeabilizó buena parte de las esculturas, permitiendo la conservación de la talla y al parecer dejando rastros de color sobre las superficies.
- En la escultura L281 los rastros de color sólo pudieron identificarse visualmente por su presencia no era detectable por la espectroscopía de reflectancia. Este método si bien permite un acercamiento al estudio de las policromías y los recubrimientos, no es una técnica que permita tener datos concluyentes cuando los rastros son muy pequeños o muy delgados, en efecto, el equipo registra 2 a 3 mm de profundidad lo que deja por fuera la detección netamente superficial.
- Sobre la pieza L1261 se detectó ocurrencia de ferrihidrita y hematita en cantidades importantes, que parece concordar con una policromía, distribuida de forma heterogénea sobre la pieza. Adicionalmente con el análisis visual se caracterizaron acumulaciones de óxidos de hierro superficiales, que no corresponden a degradación de los minerales ferromagnesianos preexistentes y conservados lo que puede confirmar la hipótesis planteada.
- Mediante la espectrometría de reflectancia se pudo determinar la presencia de yeso en tres de las esculturas prehispánicas, material proveniente del montaje previo, y las condiciones de manipulación y depósito de las esculturas. Este material si bien buscó ser eliminado con la intervención de 2016 permanece por la vesicularidad de las superficies y no interfiere con la identificación de los óxidos e hidróxidos de hierro.



## Conclusiones

- Sobre la interdisciplinariedad
- Sobre los límites de los análisis y la necesidad de realizar análisis complementarios bien sea de otras técnicas bien sea de ciencias básicas, o soportados en inspecciones visuales rigurosas.
- La importancia de tener un diagnóstico completo que implica no sólo la discusión crítica de los resultados sino la reconstrucción de la historia del deterioro
- La necesidad de comprender a cabalidad el objeto, su complejidad y sus valores para definir los criterios a intervenir

## Bibliografía

- Álvarez Echeverry María Paula. Estudio de materiales, técnica de elaboración y estado de conservación de las esculturas policromadas del Purutal, San Agustín, Huila. Bogotá, 1999. Trabajo de grado. Universidad Externado de Colombia.
- Álvarez Echeverry María Paula. FIAN. Estudio de materiales y diagnóstico del estado de conservación de las estructuras funerarias del Alto de los Ídolos y el Alto de las Piedras. Bogotá, 2000
- ICANH. Grupo de conservación arqueológica. Informes de intervención. Trabajos de conservación de las tumbas del Alto de los Idolos y las Piedras 2002- 2007.
- Álvarez, María Paula y Martínez, Lina Fernanda. Museo del Oro. Análisis visual, identificación macroscópica de la roca, análisis de espectrometría de reflectancia de infrarrojo y diagnóstico de cuatro esculturas en piedra procedentes del Museo del Oro de Pasto, Nariño. Bogotá, 2016.