

# Aportes de la Geología e Ingeniería a la recuperación de áreas afectadas por cárcavamiento

<sup>1,2</sup>Adriana E. Niz, <sup>2</sup>Jorge A. Oviedo, <sup>2</sup>Juan C. Toledo & <sup>1,2</sup>Cinthia Lamas

(1) *Cátedra de Geomorfología – Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa*

(2) *Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG)- Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa* [aniz@tecno.unca.edu.ar](mailto:aniz@tecno.unca.edu.ar)

**RESUMEN:** El trabajo se realizó en el sitio arqueológico Shincal de Quimivil, (Londres - Belén, Catamarca). El clima es árido continental, las precipitaciones irregulares, violentas y torrenciales, generan un ámbito propicio para una fuerte actividad hídrica. La erosión hídrica superficial se manifiesta desde surcos de canalización de la escorrentía, hasta cárcavas de importantes dimensiones que afectan las estructuras del sitio. Otro factor importante es la presencia de ctenomys, puesto que sus cuevas ofrecen una vía de infiltración y escurrimiento hídrico subsuperficial. Se han reconocido y cartografiado cinco cárcavas y tres vías principales de escurrimiento superficial que alimentan las cárcavas exacerbando la erosión retrocedente en las cabeceras.

Durante este trabajo se realizó reconocimiento de campo; relevamiento geomorfológico del área, relevamiento planialtimétrico del Sitio, del conjunto de cárcavas, de cada cárcava presente y de vías principales de escurrimiento superficial.

Se elaboró la cartografía temática, el análisis estadístico de datos y la vinculación de los datos numéricos, cartográficos y bibliográficos, en base a lo cual, se efectuó el análisis y propuesta de estrategias de corrección y control de las cárcavas que afectan las estructuras combinando obras hidráulicas, estructuras mecánicas y repoblación vegetal con especies autóctonas.

## 1. GENERALIDADES

Debido a la inquietud de la Dirección de Patrimonio Cultural, dependiente de la Secretaría de Cultura de la Provincia de Catamarca, en cuanto al avance de la erosión hídrica que causa importantes daños en el sitio arqueológico del Shincal de Quimivil, se realiza un convenio entre la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca y dicha Secretaría con objeto de evaluar el impacto de la erosión hídrica en el sitio arqueológico Shincal de Quimivil en Londres, en la actualidad se ha elevado el proyecto de ejecución de obra por parte de la municipalidad de Londres y la

## 2 UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA

El sitio arqueológico del Shincal de Quimivil, considerado uno de los más importantes en su género en América del Sur, se encuentra ubicado en el Dpto. Belén, a 6 km. al Noroeste de la población actual de Londres, en las coordenadas latitud 27° 41' 11" Sur y longitud 67° 10' 44" Oeste y una altitud de 1170 m.s.n.m. Se accede por la quebrada del Río Quimivil, por un camino consolidado de unos 4 Km. de longitud, que parte de la Ruta Nac. N° 40 y llega hasta el asentamiento propiamente dicho; se halla emplazado en un valle cerrado típico de la precordillera, en el sector llamado Sierra de

Quimivil. Su clima continental, por el aislamiento y la distancia al mar, en general es árido, donde las precipitaciones son del régimen periódico estival, esto es, se producen casi exclusivamente entre los meses de Noviembre y Marzo y son de características torrenciales. El invierno es una estación marcadamente seca en el que solo pueden hacerse presentes lloviznas finas provenientes del sur, de corta duración. Sin embargo las fuertes insolaciones producen gran evaporación agudizando aun más la sequedad del suelo, que se manifiesta en una vegetación xerófila arbustiva, y abierta, con variaciones en la zona intermontana con microclimas propios en los valles como en las laderas orientales de los cordones montañosos, que son los que reciben el mayor caudal de las precipitaciones acarreada por los vientos provenientes del Este, y que, a su paso en dirección Oeste, pierden la humedad transportada; las fuertes evaporaciones producidas, hacen más marcado el problema de la degradación del suelo y la generación de cárcavamientos. Las temperaturas en la zona llana superan los 40° C en verano, con una media de 38° C, siendo considerablemente inferiores en las poblaciones ubicadas en la ladera de la montaña hasta en una diferencia de 5° C y con un marcado descenso en las noches, lo que hace muy agradable el ambiente. En invierno promedian los 5°C, con algunos registros bajo cero, sobre todo en los pueblos serranos, y con presencia de nevadas aisladas y muy frecuentes en las

cumbres. El tipo de suelo permeable permite la penetración del agua proveniente de cauces hídricos y precipitaciones lluvias, lo que da lugar a la existencia de napas acuíferas subterráneas que constituyen una importante reserva.

Fitogeográficamente pertenece a las regiones de monte achaparrado y xerófilo, pastizales alto-serranos y semidesértica alto-andina. las especies más destacadas son: algarrobo, mistol, chañar, atamisqui, tala, tusca, molle, sombra de toro, retama, jarilla, pichanilla, brea, cardón, churqui, palán-palán, garabato, jume, carqueja, yareta, barba de piedra, muña-muña, cedrón del cerro.

### 3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO

El perímetro puesto en valor de las ruinas es de un kilómetro cuadrado, sobre terreno ondulado que hacia el sur presenta tres lomadas aisladas rodeadas por construcciones en sus piedemontes, que, en términos generales constan de una plaza central con un *ushnu* (pequeño montículo piramidal símbolo del poder incáico), y edificaciones tales como diversos depósitos (*kollkas* y *tampus*) así como una especie de importante cuartel con viviendas de *pirca* llamada *kayanka*, rodea la plaza una muralla de *pirca* cuadrangular de 185 mts de lado en sentido Este - Oeste y 176 mts en sentido Norte - Sur.

#### 3.1 Situación actual de la problemática

Si bien el sitio presenta evidencias de acciones técnicas específicas, orientadas a la preservación y manejo de los restos arqueológicos recuperados durante las excavaciones; en lo atinente a la preservación del mismo, respecto a la afluencia turística, la presencia de animales y el impacto de los agentes meteorológicos, exhibe mínimas medidas de preservación y/o mitigación principalmente en lo que respecta a la actividad fluvial. La actividad del agua de lluvia afecta a las superficies por la erosión en forma de salpicadura, que luego se transforma en escurrimiento en laminas que circulan por la superficie del suelo arrastrando el material suelto más fino, y posteriormente se concentra formando surcos; cuando aumenta el volumen o velocidad de escorrentía, se origina el carcavamiento (o abarrancamiento) al principio moderado, pero, si no se toman inmediatas medidas de preservación y corrección, evolucionan erosionando en sus cabeceras y profundizándose dando lugar a la formación de cárcavas profundas y/o barrancos. La erosión en cárcavas es una de las expresiones de la erosión superficial, y representa dentro de ésta, el nivel máximo de manifestación; tal es el caso del sitio que nos ocupa, donde es factible observar desde surcos de canalización de la

escorrentía, hasta cárcavas de importantes dimensiones que están afectando las estructuras del mismo.

Otro factor importante a considerar es la significativa presencia de *ctenomys opimus* (vulgarmente conocidos como “ocultos o ultutucos”) debido a que generan una serie de cuevas internas que muchas veces se intercomunican y que ofrecen una vía de ingreso y escurrimiento interno del agua; asimismo generan vulnerabilidad en el suelo frente al tránsito (humano y/o animal) ya que son susceptibles de colapsar.

#### 3.2 El carcavamiento en el sitio

Se han reconocido y cartografiado 5 cárcavas grandes que se denominaron de la siguiente manera: Cárcava I (CI), Cárcava II (CII) en este caso presenta dos brazos por lo que se distingue (CIIa) y (CIIb), cárcava III (CIII) y Cárcava IV (CIV); en dos de ellas (C I y C III) se ha procurado detener el avance de forma precaria, la que disminuyo temporalmente el aporte de agua al carcavamiento. También se han cartografiado tres vías de escurrimiento superficial principales (V1, V2 y V3) en el interior de la Plaza, que alimentan a las cárcavas CI, CIII y CIV respectivamente.

##### 3.2.1 Cárcava I (CI)

Escurre de Sur a Norte, presenta un ancho de 5,0 mts. en la cabecera de cárcava y una profundidad que varía entre 4,2 mts y 5,2 mts., el fondo es irregular, debido al depósito de tierra procedente de las paredes que colapsaron, con una tupida vegetación de mistol, chañar, tala, tusca, y molle. Evidencia un avance rápido, ya que en un período de más ó menos 60 días se extendió unos 0,45 mts, en este caso potenciado por el desbarrancamiento de un árbol de 3 mts de altura, que por la erosión en sus raíces colapsó; por lo que se deduce que, la presencia de arbustos, cuando la actividad de erosión es impor-



Foto N° 1 Vista de la Cárcava CI

tante, contribuye al avance rápido, ya que durante un tiempo protege de la erosión, pero, cuando el agua logra vulnerar sus raíces, cae arrastrando

consigno todo el paquete de suelo que sostiene a las mismas. En este caso es muy importante tomar medidas inmediatas debido a que la cabecera de cárcava se encuentra a solo 10 mts de la pirca que representa la Plaza que rodea la sección central del sitio

### 3.2.2 Cárcava II

Escurre de Sur a Norte, probablemente se desarrolló al principio del proceso como dos cárcavas separadas, y luego debido a la intensa erosión, se unieron para formar la cárcava actual de importantes dimensiones caracterizada por los dos brazos (CIIa) y IIb (CIIb), en cuyas bases más bien aplanadas, se observa la presencia de vegetación de tipo arbustiva.

3.2.2.1 CIIa: El ancho en su cabecera es de 10 mts., en su avance corta la pirca e ingresa a la Plaza unos 1,9 mts; la profundidad varía entre 4,2 mts y 5,5 mts, el fondo es plano y en la base de cárcava se concentra la escorrentía interna generando un canal de unos 0,5 a 0,7 mts de profundidad; presenta un brazo menor hacia el NO, que marca una zona de franca vulnerabilidad que tiende a avanzar hasta unirse con la CI, este brazo, 1,5 mts en su parte más ancha, tiene una profundidad que varía entre 4,2 mts. y 5,5 mts.(Foto 2)



Foto N° 2 Se observa la cárcava CIIa que ingresó a la Plaza destruyendo la pared, y parte de la obra de prevención

Esta cárcava en su cabecera tiene una obra de prevención, realizada en forma de arco, de cantos rodados de entre 20 cm y 40 cm superpuestos, alejado de la cabecera en su parte más ancha unos 3,90 mts, que si bien contribuye a atenuar la erosión no es suficiente para detener el avance del carcavamiento

3.2.2.2 CIIb: El ancho de cabecera de cárcava es de 7 mts., su profundidad varía entre 4,8 y 5 mts., el fondo es irregular con escorrentía concentrada originando un canal interno de una profundidad variable entre 0,4 y 0,7 mts. También en este caso es muy importante tomar medidas inmediatas ya

que la cabecera de cárcava se encuentra a solo 0,65 mts de la pirca que representa la Plaza que rodea la sección central del sitio (Foto 8)

### 3.2.3 Cárcava III (CIII)

Escurre de Oeste a este, entre las estructuras denominadas *kayanka* y *Ushnu*, se inicia en forma de canal angosto y a partir de los 3 mts presenta una protección realizada con cantos rodados de dimensiones que varían entre 20 y 40cm. Se va profundizando paulatinamente hasta alcanzar a los 100 mts una profundidad de 3,6 mts., y un ancho de 21 mts., donde se desprenden varios brazos en sus laterales, la longitud total en el predio es de 143,7 mts.



Foto N° 3 Se observa la cárcava CIIb cerca de la pirca que rodea la Plaza

### 3.2.4 Cárcava IV (CIV)

Escurre de Oeste a Este, al Sur de la estructura denominada *kayanka*, su cabecera presenta un ancho de 2,6 mts y una profundidad que varía entre los 2,6 mts cercana a la cabecera y al acercarse al alambrado que circunda el sitio; esta cárcava también corta la pirca que representa la Plaza que rodea la sección central del sitio.

## 4 ACTIVIDADES DE CAMPO Y GABINETE

En vistas de la situación planteada en el ítem anterior se ha organizado la actividad que permita generar una propuesta concreta de recuperación y control de las cárcavas de mayores dimensiones que a su vez son las que afectan directamente las estructuras, de la siguiente manera: a) actividad de campo; b) Actividad de Gabinete; c) Propuesta de Estrategias de Corrección y Control de Cárcavas

### 4.1 De la actividad de Campo

Se llevó a cabo durante cuatro campañas en las cuales se realizó: a) Reconocimiento de campo; b) Relevamiento geomorfológico del área; c)

relevamiento planialtimétrico general del Sitio afectado; c) Relevamiento planialtimétrico del conjunto de cárcavas; d) Relevamiento planialtimétrico de cada cárcava presente; e) Relevamiento de las vías de escurrimiento que alimentan los cárcavamientos; f) Detección de vías de escurrimiento potenciales generadoras de cárcavamientos.

#### 4.2 De la actividad de Gabinete

Consistió en la elaboración de cartografía donde se detalla a) El sitio en general con las estructuras afectadas; b) Modelo de elevación digital del área que nos ocupa; c) Carta planialtimétrica de cada cárcava, d) Caracterización geomorfológica de la zona y e) Análisis estadístico de datos para la determinación de vías de escurrimiento; f) Análisis del comportamiento de cada cárcava (ver cartografía en Anexo)

#### 4.3. Propuesta de Estrategias de Corrección y Control de Cárcavas

Se realizó la vinculación de los datos numéricos, cartográficos y Bibliográficos en base a lo cual se efectuó: a) Análisis de posibles estrategias de corrección y control de las cárcavas que afectan las estructuras y b) Elaboración de propuesta de estrategias de corrección y control de cárcavas haciendo énfasis, desde la perspectiva técnica, en aquellos métodos denominados genéricamente como bioingeniería, se diseñó un tratamiento integral que combina obras hidráulicas, estructuras mecánicas y repoblación vegetal con especies autóctonas.

### 5 PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE CORRECCIÓN Y CONTROL DE CÁRCAVAS

Se desarrolla la Propuesta De Estrategias De Corrección y Control De Cárcavas, teniendo en cuenta acciones temáticas consecutivas, intentando incorporar así, de manera integral y articulada, las variables que participan en el proceso erosivo, de acuerdo a estrategias de intervención: a) aislamiento físico, b) control del agua subsuperficial, c) control del agua de escorrentía, d) remodelo del terreno, e) construcción de obras transversales, f) incorporación de material vegetal.

#### 5.1 Aislamiento Físico

Durante las actividades de campaña se ha podido observar en el sitio la presencia de ganado de tipo caprino y equino que influye notoriamente en estos procesos de cárcavamiento, debido al pastoreo que interviene en la disminución de vegetación protectora del suelo y por el pisoteo del suelo seco provocando que éste se suelte más

aún y en las primeras lluvias sea transportado, generando así, vías de escurrimiento someras que luego se excavan paulatinamente contribuyendo a la erosión en cabeceras de las cárcavas existentes. Por otra parte, si se pretende realizar una repoblación vegetal, no podría ser posible con la presencia de animales

Por tanto es un paso esencial a la hora de culminar la obra de corrección de cárcavas “encerrar el área de recuperación” para evitar el acceso de animales, ya que su presencia es contraproducente para el material vegetal que se introduzca, si bien, el predio está cerrado mediante alambrado, posee una puerta de ingreso que no garantiza que esté permanentemente cerrada. Para confinar las áreas recuperadas se recomienda cercos con alambre de púas, con postes de unos 7 a 10 cm de diámetro y 2,25 a 2,50 m de longitud, preferentemente protegidos mediante la colocación de impermeabilizante (por ejm. brea) en la porción en contacto directo con el suelo y enterrados 50 cm. El área de protección debe duplicar el ancho de la cárcava (para 3 m de profundidad, la distancia del alambrado al borde más próximo deberá ser de 6 a 7,5 m); para la cabecera de cárcava esa distancia se incrementa en un metro (7 a 8 m)

#### 5.2 Control Del Escurrimiento Subsuperficial

Es necesario realizar este control para aliviar la presión ejercida por las fluctuaciones del nivel freático y las aguas que escurren por debajo de la superficie del suelo, con el objetivo de preservar las obras realizadas y favorecer la repoblación vegetal, este control será necesario en las cárcavas I, IIa, IIb, IV y en la sección media a baja de la cárcava III; Para llevarlo a cabo se podrán

5.2.1 Utilizar filtros (también llamados subdrenes interceptores), tiene el aspecto de una trinchera filtrante, consistente en zanjas rellenas de material filtrante y un tubo central colector que tendrá la misión de captar y transportar el agua hacia afuera del extremo inferior de la cárcava.

5.2.2 Se puede realizar el relleno con el material grueso permeable solo e intercalando gravas, sin la colocación del tubo (filtro francés según Suárez, 1992).

En caso de optar por colocar drenes interceptores, se deberá tener en cuenta que los mismos serán seleccionados, no solo en función del presupuesto y materiales disponibles, sino también las condiciones de captación y caudal; también hay que tener en cuenta la tendencia al taponamiento, debido, por un lado, al transporte y depositación de las partículas más finas del suelo, y por el otro,



a las raíces de las plantas, que pueden taponar los orificios de drenaje, por lo que, el material de filtro debe ser cuidadosamente seleccionado, y el tipo y calidad de geotextil a utilizar.

### 5.3 Control De Escorrentía Superficial

*Referida al desplazamiento del agua en superficie* formando surcos y/o canales que se dirigen hacia la cabecera de la cárcava contribuyendo a la erosión retrocederte; por lo que la desviación del escurrimiento de la cabecera de la cárcava, es fundamental para el control de su crecimiento; para controlar el agua de escorrentía se propone obras de captación de tipo zanjas o acequias encauzadas hacia un canal natural

#### 5.3.1 Para cada Cárcava

*Cárcavas I, IIa y IIb:* se propone un canal de corona ( ver plano adjunto en anexo), dispuesto a unos 3 mts. de la pared N de la *Plaza*, revestido con concreto, mezclado con algo de material terroso del lugar para que no altere la estructura arqueológica general del sitio, orientado para que desagüe en el lecho del río Las Trancas que se encuentra al NE del sitio, el terreno a su vez, proporciona la pendiente natural que favorece el desplazamiento del agua.

*5.3.2 Cárcavas IV y V:* captación del escurrimiento y canalización desviándola hacia el cauce del Arroyo Simbolar que escurre al sur del emplazamiento, también con las medidas de preservación de la estructura arqueológica, es decir revestido con concreto mezclado con algo de material terroso del lugar.

*Referida al desplazamiento del agua en el interior de las cárcavas,* se proponen las siguientes alternativas

#### 5.4 Rellenado de cárcavas mediante Aterrazado consecutivo de nivel.

Se trata del relleno de la cárcava generando niveles aterrazados para permitir, en los niveles horizontales, la colocación de material vegetal protector. Para evitar que, en casos de un incremento importante de caudal, el fluido tienda a drenar por las paredes verticales de las terrazas realizadas, es necesario considerar un leve desnivel hacia el centro de las mismas combinado con una estructura de transporte y evacuación del agua y la incorporación de vegetación que, además de proteger el suelo, funciona como un medio de control del escurrimiento y retención de sedimentos.

#### 5.5 Fajas de césped.

Implantar barreras de matas de entre 30 y 40 cm de ancho, ubicadas perpendicularmente a la corriente, en las cercanías de la pared vertical de la terraza originada, en las cárcavas CI y CII sería conveniente agregar montículos de tierra más bajos en el centro de la cárcava y levantando hacia los márgenes de la misma, luego sobre ellos colocar vegetación.

#### 5.6 Control Del Escurrimiento Subsuperficial.

Es necesario realizar este control para aliviar la presión ejercida por las fluctuaciones del nivel freático y las aguas que escurren por debajo de la superficie del suelo, con el objetivo de preservar las obras realizadas y favorecer la repoblación vegetal, este control será necesario en las cárcavas I, IIa, IIb, IV y en la sección media a baja de la cárcava III; Para llevarlo a cabo se podrán a) utilizar filtros (subdrenes interceptores), rellenar de material filtrante la cárcava y colocar un tubo central colector que tendrá la misión de captar y transportar el agua hacia afuera del extremo inferior de la cárcava, b) se puede también realizar el relleno con material grueso permeable, de granulometría que varía entre cantos rodados y gravas, sin colocación del tubo.

#### 5.7 Obra Transversal para las Cárcavas Profundas.

Consideradas éstas para las cárcavas CI, CIIa y CIIb; las obras correctivas transversales (perpendiculares al eje de la cárcava) propuestas con anterioridad complementan a este tipo de obra en la que la profundidad de la cárcava merece un tratamiento particular; se propone este método con el objeto de provocar el proceso de sedimentación (retención de los sedimentos debidos al desgaste del suelo), y favorecer la reconstrucción y recuperación del terreno, podría considerarse la siguiente obra:

#### 5.7 Represa de rocas.

Dado que en las cercanías se cuenta con la roca necesaria, es recomendable por que disminuye el costo de obra, a su vez es más resistente y durable, es necesario para ello revestir primero el lecho de la cárcava con rocas, elevar el nivel del suelo con relleno de mezcla de materiales de diversa granulometría, posteriormente hacer una cama de gravas incluyendo un tubo de drenaje ubicado en el eje de la cárcava y finalmente recubrir hasta llegar al nivel general del suelo con tierra, en los primeros 3 mts, luego generar una terraza no mayor de 0,60 mts. y así sucesivamente hasta llegar al colector ubicado al norte del asentamiento; en las terrazas se repoblará con vegetación e intercalación de barreras de matas. Las rocas del fondo y de los laterales de la

estructura deben ser de mayores dimensiones que las que componen su parte central. SCS (1973).

### 5.7 Refuerzo de relleno

Se recomienda reforzar el relleno de cárcava con el método de *Represa de alambre* (Presa de alambrado) que consiste en colocar hileras de postes, perpendiculares al eje de la cárcava, enterrados un metro en el suelo y separados 1,20 m uno de otro, unidos entre sí por una malla, enterrada un mínimo de 20 cm, tanto en el fondo como en las paredes laterales de la cárcava, y su altura puede ser de 90 cm. Los postes deberán ubicarse en la primera camada hecha con la finalidad de impedir el deslizamiento de la cubierta del lecho de la cárcava, luego se repite el proceso en el estrato colocado por encima de este, pero no superpuestos inmediatamente arriba de la defensa hecha, sino mas bien, procurando que queden intercalados a la posición inferior en la sección intermedia. Con el sistema de aterrazamiento se busca que al final de la cárcava, en su contacto con el canal que hará de colector, no se generen diferencias muy grandes de nivel ya que con ello se propicia una zona de vulnerabilidad y génesis de nuevos carcavamientos; por ello es menester considerar ahora el control en los laterales de la cárcava

### 5.8 Protección de laterales de cárcava

Para la protección de los laterales de cárcava se recomienda la colocación de estacas a 2 mts del lateral en las que se aseguraran mallas cobertoras reforzadas con repoblación vegetal. Una vez que la vegetación se ha afianzado y el avance de carcavamiento se encuentra controlado, es posible retirar el cerramiento en el área interior del sitio, con la finalidad de no entorpecer la estructura arqueológica general del mismo.

## 6 MONITOREO Y MANTENIMIENTO DEL PROGRAMA DE CONTROL DE LA EROSIÓN HIDRICA.

Teniendo en cuenta la condición precedera de las obras, la trascendencia histórica y turística del Sitio y la importante inversión económica que implica la recuperación de las áreas afectadas por el carcavamiento, es menester diagramar un sistema de monitoreo y control del comportamiento tanto de las obras como del suelo en relación con las variables climáticas y el impacto antropogénico, con el objetivo de prolongar su vida útil y comprobar el efectivo funcionamiento de las medidas adoptadas; un

programa de seguimiento y monitoreo, a partir de la implementación de las obras. Se recomienda: Controlar la efectividad del repoblamiento vegetal, principalmente en el periodo de arraigamiento, dado que es el mas crítico, y en la época seca del año, con el objeto de reponer aquellas que hayan perecido, el cuidado y ejecución de modificaciones y arreglos menores cuando la vegetación está en desarrollo, muchas veces, es sustancial para que la obra tenga éxito. Verificar periódicamente la funcionalidad de las obras, principalmente con posterioridad a las lluvias, para detectar posibles necesidades de restauración y/o modificaciones, dado que siempre será mas sencillo y económico realizar reparaciones menores de mantenimiento

7 OBRAS DE REMEDIACIÓN DE CARCAVAMIENTO se enfatiza la necesidad de ejecutar estas obras en el Sitio de manera URGENTE dado que el avance de las cárcavas no solo está dañando estructuras ya analizadas y puestas en valor por los expertos en arqueología, sino que además se han observado numerosas estructuras aún no analizadas o descubiertas que están siendo destruidas, en sectores externos al área encomendada en este trabajo, por lo que se recomienda, además, concretar el relevamiento, cartografía y valoración cuali-cuantitativa de los carcavamientos que rodean el Sitio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bocco, G. Gully Erosion 276, 128-138. 2002  
Fournier, F.. Conservación de Suelos. Madrid: Mundi-Prensa 1975  
Hudson, N.. Conservación del Suelo. Barcelona: Reverté 1982  
Leon P., J. D. Estudio y Control de la Erosión Hídrica. Medellín: Centro 2001  
de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia Medellín  
Moder Z., L.. Control de cárcavas. CONAF. Sexta región. Primera Parte. Chile Forestal No. 94: 29-40-1983a  
Servicio De Conservacion De Suelos, Departamento De Agricultura Estados Unidos De America. Manual de Conservación de Suelos. 1973  
León Peláez J. D. Estrategias para el Control y Manejo de la Erosión en Cárcavas 2007