

# SITIO ARQUEOLÓGICO TULOR 1: CONSIDERACIONES PARA SU CONSERVACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES<sup>1</sup>

Mónica Bahamóndez Prieto<sup>2</sup>, Eduardo Muñoz González<sup>3</sup>

## Introducción

El yacimiento arqueológico denominado Tolor 1 o Tolor Aldea, está ubicado a unos 10 km en dirección suroeste del pueblo San Pedro de Atacama, en las inmediaciones de los aylllos de Coyo y Tolor, en el margen norte del gran Salar de Atacama.



Foto 1. Vista aérea del Sitio Tolor 1. Fotografía: Ana María Barón

El sitio en cuestión ha sido uno de los hallazgos más espectaculares de los últimos veinte años en el norte de Chile, llegando a acaparar la atención de la comunidad científica nacional e internacional.

La principal característica de este patrimonio único son sus construcciones circulares realizadas con material de tierra en medio de un ambiente desértico, en una sensible área de influencia de sucesivos episodios y secuencias culturales.

El descubrimiento del sitio fue efectuado por el r.p. G. Le Paige en una de sus exploraciones en la década de 1950, en que registró en plano un pequeño grupo de estructuras apenas visibles en superficie. Le Paige interpretó el hallazgo como las bases de una extinguida aldea temprana<sup>4</sup>.

En la década de 1970, Le Paige nuevamente hace referencia al sitio de

<sup>1</sup>Investigación realizada dentro del marco del Proyecto FONDECYT 0056-88 "Arqueología, Conservación y Restauración Monumental de dos sitios de alto valor patrimonial".

<sup>2</sup>Conservadora Jefa Laboratorio de Monumentos CNCR.

<sup>3</sup>Restaurador. Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad de Antofagasta.

<sup>4</sup>Le Paige, 1957 - 58.

Tulor reportando un nuevo plano donde consigna un mayor número de estructuras, manteniendo su hipótesis anterior<sup>5</sup>.

Tulor 1 fue reestudiado por la arqueóloga Ana María Barón en el año 1981, quien constató que los restos del yacimiento se encontraban bajo la superficie, sepultados por la arena del desierto, y no se trataba de los cimientos como en un principio se pensó.

En el año 1982 se iniciaron las excavaciones arqueológicas bajo la dirección de la arqueóloga Barón con la ayuda de sus colegas del Museo Arqueológico R.P. Le Paige<sup>6</sup>. Con posterioridad, la arqueóloga, alejada de esta última institución, prosiguió los trabajos de investigación y excavación con el apoyo de la entidad privada Sociedad del Arte Precolombino Nacional. Desde el inicio y hasta el año 1985 se excavó un 10% del total del yacimiento hasta ahora descubierto.

La cronología de Tulor 1 va desde los 400 a.C. y los 300 d.C. y desde los 800 a.C. hasta los 200 años d.C.<sup>7</sup>. De estos datos se podría estimar una antigüedad media del sitio que alcanzaría los 2.800 años hasta el presente, con un período de ocupación relativo de aproximadamente 800 años. Desde este punto de vista se podría establecer un horizonte asociable por cierta contemporaneidad y formas circulares de las estructuras con los sitios Huatacondo y el Sitio de Caserones, ambos ubicados en la Región de Tarapacá.

La Aldea de Tulor 1 consiste en 26 estructuras circulares que reflejan un crecimiento celular mediante muros de enlace que dan origen a construcciones de geometría mixta llegando a un total de 106 estructuras. La técnica constructiva consiste en bloques de material de tierra mezclado con agua y modelados in situ. El material procede de aluviones del río San Pedro, el que ha sido tributario de sus aguas en este sector desde antiguas eras geológicas.

Los antecedentes geológicos indican que el cauce del río San Pedro ha sido continuamente modificado por los ciclos pluviosos de los Andes Meridionales, fenómeno conocido como "*invierno boliviano*". Durante los primeros siglos de nuestra era se produjo un drástico cambio del curso del río modificando significativamente el medio ambiente, lo que habría obligado a



**Foto 2.** Vista aérea de la zona estudiada arqueológicamente. Esta foto muestra el arrastre de partículas por efecto del viento. Fotógrafa: Ana María Barón.

<sup>5</sup>Bittman, *et al.*, 1978.

<sup>6</sup>Llagostera, *et al.*, 1984.

<sup>7</sup>Barón, 1986.

los habitantes a abandonar el sector. Con posterioridad, la desertificación del área creó dunas activas que paulatinamente fueron cubriendo el sitio hasta su totalidad. Esta situación "congeló" el estado de deterioro avanzado hasta ese momento y permitió su permanencia, en ese estado, hasta nuestros días.

Este "congelamiento" de la aldea duró aproximadamente 1.700 años. En las primeras décadas del presente siglo la duna que cubría el sitio se había desplazado en dirección sureste, comenzando a dejar al descubierto las primeras estructuras reportadas por el Padre Le Paige en 1975<sup>8</sup>.

En la actualidad es un hecho evidente que el sitio está siendo redescubierto lentamente en la medida que la duna avanza y las partículas de arena que cubren los muros son arrastrados por el viento. Se ha comprobado que en este estado las estructuras presentan una mayor vulnerabilidad a los agentes deteriorantes, para los cuales no existe, en la actualidad, una solución definitiva. Por esta razón se plantea la necesidad de mantener el sitio en su condición de enterrado, para lo cual se hace necesario determinar las condiciones que deberá tener el material de llenado con el fin de que éste no sea arrastrado por las velocidades máximas de viento imperantes en el sitio.

Con este fin, entre los años 1984 y 1989, se efectuaron investigaciones para atenuar el devastador proceso de degradación que afecta al sitio. Se construyó en un lugar distante un polígono de ensayo en donde se hicieron pruebas con materiales de conservación convencionales así como con avanzados productos químicos. A la par se instaló una estación meteorológica que permitió medir las condiciones ambientales imperantes en el sitio.

De lo anterior se concluyó que es necesario estabilizar las cabezas de los muros ya degradados en forma irreversible, mediante el diseño de soluciones "capping"<sup>9</sup>, que consiste en el reemplazo de los niveles de muro deteriorados a niveles irrecuperables, por una capa de material de idénticas características físicas, químicas y mecánicas de tal manera de restituirle su resistencia original sin alterar los equilibrios térmicos e hídricos que ha mantenido el sitio durante miles de años con su entorno.

Se determinó, además, en base a la evidencia encontrada in situ, que el refuerzo de los cabezales de muro o "capping" no basta para frenar el daño causado por la erosión del viento, y por lo tanto éste debe ser complementado con productos químicos, ampliamente probados en el mundo, de manera de aumentar significativamente su resistencia mecánica<sup>10</sup>.

El Sitio de Tular 1, motivo de agudas discrepancias en algunos sectores del ambiente arqueológico nacional, es un sitio único que aún contiene muchas incógnitas por resolver. En la condición actual se prevé su prematura extinción ya que ni los problemas derivados de los agentes climáticos ni la fragilidad del material de tierra con que está construido pueden ser superados por los medios de que se dispone en la actualidad.

### **Agentes y Mecanismos de deterioro**

En un caso como la Aldea de Tular son múltiples los agentes, causas y mecanismos de deterioro y generalmente su acción está interrelacionada, dificultándose su identificación y posterior aislamiento.

Sin embargo, clasificando los agentes de deterioro como intrínsecos y extrínsecos a las estructuras mismas, podemos decir que entre los primeros se encuentra, sin duda, el material de construcción de éstas, altamente

<sup>8</sup>Le Paige, 1957-58.

<sup>9</sup>Morales, 1983; Muñoz y Bahamóndez, 1990.

<sup>10</sup>Bahamóndez, 1994.

degradable por factores atmosféricos. Entre los agentes extrínsecos se cuentan: fuertes y continuos vientos con partículas de arrastre, suelo impregnado con sales solubles, un cierto nivel de precipitaciones anuales, importantes diferencias de temperatura entre el día y la noche y, por supuesto, el público que a diario visita la aldea destruyendo a su paso todo lo que sobresalga algunos centímetros del suelo.



**Foto 3.** Grado de deterioro que muestra la casi totalidad de los muros que han sido descubiertos por el viento. Este deterioro es progresivo e irreversible. Fotografía: Mónica Bahamóndez.

Como ya se mencionara, el mayor porcentaje de superficie a la intemperie corresponde a cabezales de muros. Su apariencia es la de una costra dura y muy frágil, y de unos pocos centímetros de espesor. Por su condición de “material expuesto” se encuentra sometido al efecto destructivo de todas las agresiones posibles. Es en esta zona donde se evidencian los mayores deterioros.

### **Humedad**

Las lluvias que el *invierno boliviano* trae sobre Tulo, las humedades relativas nocturnas próximas al 100% durante todo el año, así como la alta higroscopicidad de las sales y adobes hacen que, en mayor o menor grado, los cabezales de muro sufran un continuo proceso de solubilización y recristalización de las sales, proceso que se verifica en superficie o inmediatamente bajo ésta, dependiendo de la temperatura alcanzada por el muro en las horas siguientes a la humectación. Esta migración permanente de material y la constante formación de grandes cristales al interior de los poros, provocan una grave alteración microestructural que se manifiesta en una progresiva falta de cohesión interpartículas o pulverulencia del material.

### **Viento**

La Aldea de Tulo se encuentra permanentemente azotada por fuertes vientos, que transportan una cantidad considerable de material de arrastre (tierra salobre, arena, piedrecillas).

Este material, dependiendo de su volumen, densidad específica y dureza, impacta sobre las cabezas de muros como verdaderos proyectiles. Sumando a este efecto un muro debilitado por los agentes ya mencionados, se obtiene un deterioro progresivo de la estructura, llegando en algunos casos extremos a la destrucción casi total. Esta situación es evidente en algunas estructuras semidesenterradas en las cercanías de la aldea Tulor 1.

### Variaciones de temperatura

A lo largo del año, en el Salar de Atacama, se registran temperaturas altas durante el día y muy bajas durante la noche (tabla 8), siendo estas últimas muy por debajo del punto de congelamiento del agua. El efecto de este gradiente de temperatura se verifica en aquella parte del muro que está expuesto a intemperie, provocándose en la interfase "muro enterrado - muro desenterrado" diferencias importantes de dilatación térmica, lo que en definitiva se traduce en una sumatoria de tensiones que pueden culminar con la generación de múltiples microfisuras, agrietamiento y posterior desprendimiento de las zonas comprometidas.

Por otra parte, un muro con alto porcentaje de agua líquida en su interior está expuesto a graves alteraciones de tipo mecánico desde el momento en que su temperatura desciende por debajo del punto de congelamiento del agua. En efecto, el agua al pasar de su estado líquido a sólido (hielo), aumenta su volumen produciendo, al interior de los poros, fuertes tensiones que pueden llegar a fracturar irreversiblemente la estructura. Este fenómeno ocurre principalmente en las interfases térmicas.

### Intervención humana

- Visitantes: La acción destructiva de los continuos visitantes a la aldea es, hasta la fecha, incontrolable por cuanto el sitio no cuenta con un sistema de guardias o guías permanentes. Generalmente los turistas recorren caminando sin ningún orden sobre las cabezas de muros, provocando el desprendimiento y consiguiente pérdida del estrato superficial. Este deterioro, por lo demás irreversible, facilita la acción erosionante del viento al exponer a la intemperie estratos subyacentes de menor dureza y cohesión.
- Arqueología: La Aldea de Tulor ha sido excavada en un 10% de su superficie total<sup>11</sup>, acción necesaria para la investigación del lugar. Sin em-

**Tabla 8**  
**Parámetros ambientales**

Temperatura media Mínima	: - 3°C
Temperatura media Máxima	: 38°C
Humedad Relativa media Mínima	: 8%
Humedad Relativa media Máxima	: 70%
Velocidad Máxima de viento	: 90km/h
P=Presión máx. del viento kg/m <sup>2</sup>	: (Vel. máx. del viento m/s) <sup>2</sup> / 16 5,625 kg/m <sup>2</sup>

<sup>11</sup>Muñoz, 1989.

bargo, cualquier intervención arqueológica realizada en la actualidad debe contemplar, en todas sus fases lo relativo a la conservación del sitio.

El dejar expuesto a la intemperie estructuras de la naturaleza de las de Tulum sólo es justificable en la medida en que se asegure su conservación en el tiempo, situación que hasta la fecha no es posible hacer.

### **Caracterización de materiales, condiciones climáticas y ensayos específicos**

La caracterización de cualquier objeto o bien patrimonial es requisito imprescindible para todo proceso de investigación o diagnóstico de su estado de conservación y posterior tratamiento. El conocimiento de los materiales constitutivos y su distribución espacial pueden permitir la comprensión de los mecanismos físico-químicos de deterioro que sufre la estructura así como su interacción con el medio que lo rodea<sup>12</sup>.

Es necesario hacer hincapié en que la tierra, como material susceptible de ser restaurado y conservado, no ha sido, hasta la fecha, estudiada en profundidad por ser un material de investigación relativamente reciente en el campo de la conservación. Toda investigación está basada en resultados empíricos no aplicables indiscriminadamente, por lo que un estudio de los materiales es necesariamente el punto de partida.

### **Estratigrafía de los muros**

En intervenciones realizadas con anterioridad a este trabajo<sup>13</sup>, se logró comprobar la existencia de varios estratos con distintas propiedades mecánicas dentro de un mismo muro, situación que se encuentra directamente relacionada con los mecanismos de deterioro que éste sufre.

Con el fin de estudiar las características y composición de estos estratos se realizó un pequeño corte en el muro norte de la estructura 57, desde donde se extrajo el material para ser analizado<sup>14</sup>, obteniendo los resultados que se indican en las siguientes tablas:

### **Caracterización del material de arrastre**

Se realizó una serie de ensayos que permitieran, mediante su aproximación volumétrica, conocer el tipo de material arrastrado sobre los muros. Para ello se considera la velocidad máxima de vientos medida durante tres años de trabajo.

**Tabla 1**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTRATOS QUE COMPONEN EL MURO**

Muestra	Ubicación	Espesor	Características
1	superficial	2-4 cm.	Costra dura
2	2º estrato	2-4 cm.	Polvo muy fino, sin cohesión
3	3º estrato	6-10 cm.	Muy duro y compacto
4	muro sin alteración	no det.	Material homogéneo

<sup>12</sup>Bahamóndez, 1994.

<sup>13</sup>Muñoz, 1988.

<sup>14</sup>Ensayos realizados en los laboratorios de CESMEC.

**Tabla 2**  
**ESPECTROMETRÍA DE RAYOS X: IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES MÁS**  
**IMPORTANTES DE LOS DISTINTOS ESTRATOS**

Elementos analizados. % en peso											
Muestra	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Cl	NaNO <sub>3</sub>
1	3,8	0,5	3,3	1,9	39	9,1	1,5	15	0,4	10,6	0,14
2	3,8	0,4	4,6	2,0	41	9,6	2,0	13,5	0,2	10,0	0,19
3	3,3	0,4	3,2	1,6	34,5	7,5	1,4	17,6	0,5	13,6	0,12
4	4,5	0,6	4,1	2,8	59,4	14,8	2,4	4,4	0,4	2,0	0,005

**Tabla 3**  
**DETERMINACIÓN DE PH DE LOS DISTINTOS ESTRATOS**

Muestra	1	2	3	4
pH	6,5	6,7	6,6	6,3

**Tabla 4**  
**DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA**  
**DE LOS CUATRO ESTRATOS**  
 (% en peso que pasa por las mallas)  
 Norma ASTM

Tamiz N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
4	100	100	100	100
10	98	99	100	100
20	96	98	99	98
40	94	96	97	92
60	92	94	94	86
200	67	64	69	51

**Tabla 5**  
**PORCENTAJE DE LIMO-ARCILLA Y ARENA DE CADA ESTRATO**

	%	gruesa	media	fin
<i>Estrato N° 1</i>				
Arena	33%	2%	4%	27%
Limo - arcilla	67%			
<i>Estrato N° 2</i>				
Arena	36%	1%	3%	32%
Limo - arcilla	64%			
<i>Estrato N° 3</i>				
Arena	31%	0%	3%	28%
Limo - arcilla	69%			
<i>Estrato N° 4</i>				
Arena	49%	0%	8%	41%
Limo - arcilla	51%			

**Tabla 6**  
**CONSTANTES FÍSICAS E HÍDRICAS:**  
**PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE ARRASTRE**

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Límite líquido (%)	16	15	17	17
Límite plástico (%)	13	13	13	13
Índice de plasticidad	3	2	4	4
Peso específico	2,79	2,83	2,72	2,82
Clasificación USCS	ML	ML	ML-CL	ML-CL

***Condiciones climáticas extremas registradas en la zona<sup>15</sup>.***

Una estación meteorológica de campo instalada en el sitio permitió registrar los parámetros ambientales de mayor relevancia para el estudio, esto es: Temperatura, Humedad Relativa y Velocidad del Viento dominante.

Es así como, luego de tres años de medición continua, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 7**  
**GRANULOMETRÍA DE MATERIAL DE**  
**ARRASTRE POR VIENTO**

Tamiz N°	ASTM Abertura (mm)	% peso que pasa
4	4,75	100
10	2,00	68
20	0,85	35
40	0,425	32
60	0,25	28
200	0,075	8

**Análisis de datos**

***Estratigrafía de muros***

El punto 1 correspondiente al análisis cuantitativo de los componentes de los cuatro estratos del muro (tabla 2), nos indica la presencia de los siguientes iones (entre otros) y sus correspondientes sales:

CaO	Ca <sup>++</sup>	:	Silicato de Calcio, sulfato de calcio, cloruro de calcio.
K <sub>2</sub> O	K <sup>+</sup>	:	Sulfato de potasio, cloruro de potasio, carbonato de potasio.
Na <sub>2</sub> O	Na <sup>+</sup>	:	Sulfato de sodio, cloruro de sodio, carbonato de sodio
MgO	Mg <sup>++</sup>	:	Sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, carbonato de magnesio.
Cl	Cl <sup>+1</sup>	:	Cloruro de sodio, cloruro de potasio, cloruro de magnesio, cloruro de calcio.

Una rápida revisión de los resultados indica una clara similitud en la composición de los estratos 1,2 y 3. El estrato N° 3 muestra una mayor cantidad de cloruros y iones sodio (cristales que es posible incluso observar en terreno).

<sup>15</sup>Mediciones realizadas en estación de campo temporal.



Esta relativa mayor concentración respecto de los estratos 1 y 2 se debe a que probablemente a ese nivel de profundidad se verifican los fenómenos de evaporación de las soluciones salinas produciéndose, por lo tanto, la cristalización de las sales.

El estrato N° 4 o "muro sano" presenta, comparativamente, una muy baja concentración de sales solubles, lo que aumenta las concentraciones relativas de los otros componentes, en especial del  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Esta situación nos confirma que la mayor cantidad de sal no proviene del terreno si no que es transportada por los vientos provenientes de la Cordillera de la Sal, la que es depositada en superficie y absorbida por los muros luego de las lluvias estacionales.

Por otra parte, la alta solubilidad y dureza de los cristales de las sales encontradas, explican en parte el alto grado de deterioro de los cabezales de muro.

El punto sobre pH indica (tabla 3) que el valor de éste en los cuatro estratos es bastante similar, siendo todos ligeramente ácidos. El estrato N° 4 o "muro sano" tiene el pH más bajo (6,3), coincidiendo con la menor concentración de iones cloruros y otros provenientes de las sales.

La tabla 4, determinación de granulometría, muestra que los cuatro estratos están constituidos principalmente por arena fina, limo y arcilla, no encontrándose en ellos restos de materia orgánica.

- Los estratos 1 y 2 presentan un pequeño porcentaje de arena gruesa, por encontrarse una en superficie y la otra inmediatamente debajo.
- Los estrato 3 y 4 muestran una ausencia total de arena gruesa, lo que lleva a descartarla absolutamente de la manufactura de los muros.
- Llama la atención que el estrato N° 4 presenta el menor porcentaje de limo y arcilla, y por lo tanto, el mayor porcentaje de arena (49%). Este dato es esencial para la elaboración de los "capping", ya que correspondería al material original.

El Punto Constantes físicas e hídricas (tabla 6), muestra que el límite líquido se mantiene relativamente parejo a lo largo de la estratigrafía, presentándose los valores más altos en los estratos 3 y 4.

El límite plástico no presenta variación siendo constante e igual a 13% en todos los casos.

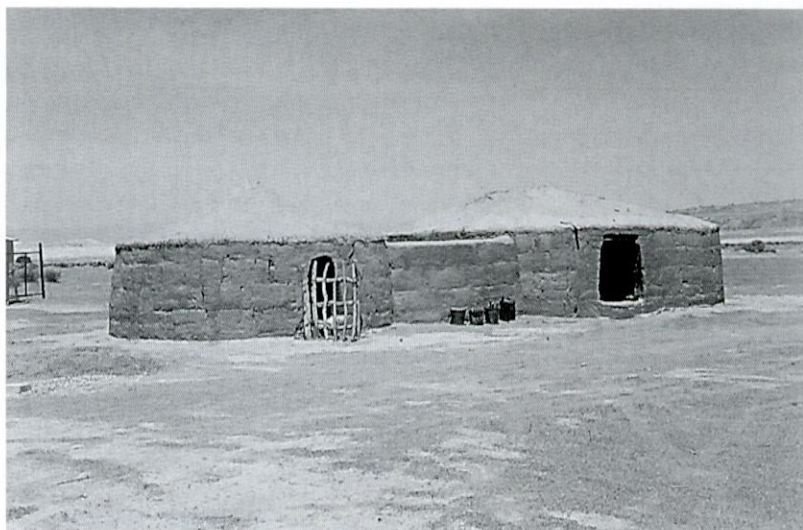
El índice de plasticidad por lo tanto presenta su valor más alto en las muestras 3 y 4, situación que se refleja en el pésimo estado de los estratos 1 y 2.

Los pesos específicos mayores se encuentran en las muestras 2 y 4 seguidos por la muestra 1 y la muestra 3.

### ***Sobre las partículas de arrastre y condiciones ambientales:***

La recolección de una muestra del material que se encuentra en la superficie del sitio y que, en definitiva, es la que está en permanente movimiento debido a la fuerza del viento, nos permite conocer algunos datos que resultan necesarios para la planificación de un correcto proceso de rellenado del sitio.

Un primer análisis de las partículas superficiales, asociado a las magnitudes de vientos registradas en el período del proyecto, nos indica que el proceso de avance de la duna no es posible de revertir en las actuales condi-



**Foto 5.** *Recreación de dos estructuras del sitio, para ser utilizadas por los investigadores como polígono de ensayos de técnicas y materiales para la conservación.* Fotógrafo: Eduardo Muñoz.

ciones. El viento, a partir de una velocidad aproximada de 40 km/h pone en movimiento las arenas finas que cubren los muros y en la medida en que la velocidad crece, se incrementa también el diámetro de las partículas que son arrastradas<sup>16</sup>.

En el sitio mismo se pudo comprobar que con vientos de 90 km/h, todo tipo de arena es arrastrada (fina, media y gruesa), convirtiéndose estas últimas en verdaderos proyectiles con alto poder destructivo.

### **Conclusiones**

La diferencia observable a simple vista de las características mecánicas y físicas de los cuatro estratos identificados en el muro es claramente comprensible luego de revisar el porcentaje de sales solubles que cada uno de ellos presenta.

La muestra 4, llamada "muro sano", tiene concentraciones de sales considerablemente más bajas que el resto. Por el contrario, la muestra 3, correspondiente al estrato inmediatamente superior al "muro sano", tiene las más altas concentraciones de sal.

Este fenómeno, que se localiza a varios centímetros bajo la superficie, tiene su origen en la salinidad del material que actuó como relleno de las estructuras cubriéndolas completamente, como asimismo en la salinidad de las partículas que permanentemente son arrastradas en superficie por los fuertes vientos. En efecto, en período de lluvias el agua que moja el suelo, incluyendo los muros, disuelve y transporta sales solubles varios centímetros bajo el nivel de superficie. Luego de las lluvias, que normalmente ocurren en los meses de mayor calor (enero y febrero), se produce un rápido calentamiento de la tierra con la consiguiente evaporación del agua y la migración y cristalización de las sales.

Aparentemente, a una profundidad aproximada a la del tercer estrato, la temperatura de la tierra sería lo suficientemente alta como para provocar

<sup>16</sup>Atlas Corp. 1978.

el mayor porcentaje de evaporación y por lo tanto el mayor porcentaje de cristalización de sales. Una cantidad de agua menor asciende a los estratos 2 y 1 donde se verifica el mismo fenómeno, aunque en cantidades menores. La mayor concentración de sales del estrato 1 con respecto al 2 se explicaría por el aporte que realiza el material de arrastre a la superficie.

Esta diferencia en porcentaje en la composición química sería la única responsable de la formación de una estratigrafía como la encontrada; inclusive a nivel de hipótesis se plantea que la diferencia de granulometría observada estaría en directa relación con las correspondientes concentraciones de sales.

### ***Sobre las alternativas de conservar el sitio:***

La necesidad de mantener el sitio en su estado *enterrado* es un hecho que no está en discusión. La única manera conocida hasta la fecha, en todo el mundo, de conservar estas estructuras como sitio de interés científico, es devolviéndole la condición que permitió su conservación hasta nuestros días. Esto es, protegiéndolo del principal factor de deterioro, la exposición a los agentes del intemperismo, los que en esa zona adquieren niveles de extrema dureza.

La utilización de arena gruesa para cubrir el sitio no constituye, en sí, una solución definitiva. Ésta, como siempre ocurre en el campo de la conservación del patrimonio, es sólo una de las acciones que deben implementarse, ya que como se mencionó, por sí sola no es suficiente. La aplicación de un capping contribuirá a reforzar las áreas de cabezales de muros a nivel del tercer estrato, lugar donde se verifican todos los principales procesos de degradación del material.

Estas acciones, a ejecutar en el sitio mismo, deben ser acompañadas por un plan de reforestación, que la Corporación Nacional Forestal, CONAF, ya ha comenzado a estudiar, que permita, de alguna manera, junto con re-



**Foto 4.** Proceso de aplicación del producto consolidante sobre el capping realizado en una estructura. Fotografía: Mónica Bahamóndez.

crear las condiciones originales de paisaje, crear una efectiva barrera contra el viento.

De igual manera deberá estudiarse un plan de manejo de público que permita controlar el acceso de éste al sitio, así como definir un circuito de recorrido con su correspondiente señalética.

Finalmente es necesario recalcar que todas estas medidas propuestas requieren de un plan de mantención permanente en el tiempo, lo que a su vez implica el compromiso de la institución responsable del sitio y de la comunidad local.

## BIBLIOGRAFÍA

ATLAS CORP. 1978.

BAHAMÓNDEZ, MÓNICA. "Conservation Treatment of a moai on Easter Island: a Laboratory Evaluation". En: *Lavas and Volcanic Tuffs. Proceedings of the International Meeting*. Easter Island, Chile, 25-31 October 1990. Edited by A.E. Charola, R.J. Koestler and G. Lombardi. ICCROM, 1994.

BARÓN, ANA MARÍA. "Tulor: Posibilidades y Limitaciones de un Ecosistema" en: *Revista Chungara* 16-17: 149-158. Arica, Chile, Universidad de Tarapacá, 1986.

BITTMAN, BEMTE; LE PAIGE, GUSTAVO y NÚÑEZ, LAUTARO. "Cultura Atacameña". Santiago, Chile. De. Gabriela Mistral, 1978.

LE PAIGE, GUSTAVO. "Antiguas Culturas Atacameñas en la Cordillera Chilena". En: *Anales de la Universidad Católica de Valparaíso*, 4-5 Valparaíso 1957-1958.

LLAGOSTERA, AGUSTÍN; BARÓN, ANA MARÍA y BRAVO, LEANDRO. "Investigaciones Arqueológicas en Tulor 1". En: *Estudios Atacameños N° 7*. Antofagasta, Chile, Universidad del Norte, 1984.

MORALES, RICARDO. "La conservación de Estructuras y Decoraciones de Adobe en Chan Chan". En: *Simposio Internacional y Curso Taller sobre Conservación del Adobe*. Lima, Cuzco, Perú, ICCROM/PNUD/UNESCO. 1983.

MUÑOZ, EDUARDO y BAHAMÓNDEZ, MÓNICA. "Conservación de un Sitio Arqueológico construido en Tierra". En: *6<sup>th</sup> International Conference on the Conservation of Earthen Architecture*. ADOBE 90. Las Cruces, New Mexico USA, The Getty Conservation Institute, 1990.

MUÑOZ, EDUARDO y BAHAMÓNDEZ, MÓNICA. "Conservación del Sitio Arqueológico Tulor 1". En: *Hombre y Desierto N° 6 y 7*. Universidad de Antofagasta, Chile, 1993.

TAMBLAY, JAVIER y BARÓN, ANA MARÍA: "Patrones de Asentamiento en la cuenca del Salar de Atacama, Arqueología y Arquitectura: ¿188 a.C. - 1540 d.C.?". En: *Asentamientos Atacameños, Arquitectura y Arqueología. Proyecto DIUC N° 157/87 Santiago*. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Bellas Artes. Pontificia Universidad Católica de Chile, 1989.