

# 6 DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN

XV to XVIII Centuries

Ángel Benigno GONZÁLEZ AVILÉS (Ed.)



DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN  
XV TO XVIII CENTURIES  
Vol. VI

PROCEEDINGS of the International Conference on Modern Age Fortifications of the Mediterranean Coast  
FORTMED 2017

DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN  
XV TO XVIII CENTURIES  
Vol. VI

Editor  
Ángel Benigno González Avilés  
Universidad de Alicante. Spain

EDITORIAL  
PUBLICACIONS UNIVERSITAT D'ALACANT

## **FORTMED 2017**

*Colección Congresos UA*

Los contenidos de esta publicación han sido evaluados por el Comité Científico que en ella se relaciona y según el procedimiento de la ``revisión por pares``.

© editor

Ángel Benigno González Avilés

© de los textos: los autores

© 2017, de la presente edición: Editorial Publicacions Universitat d'Alacant.

[www.publicaciones.ua.es/](http://www.publicaciones.ua.es/)

Imprime:

ISBN: 978-84-16724-76-5 (Vol.VI)

Depósito legal: A 494-2017



## Aplicación de la técnica de Trabajos Verticales a intervenciones puntuales en el Castillo de Santa Bárbara de Alicante

César Daniel SIRVENT PÉREZ <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Alicante, Alicante, España, sirvent@ua.es

### Abstract

Rope access technique, known as "Vertical Work", has been implemented in the field of construction and rehabilitation for a few decades, but it has already proved to be a useful system (sometimes the only one) that allows quick and cheap access to areas where it is difficult to reach. The system is relatively flexible, and it is possible to adapt it depending on the configuration of the area to be accessed and the work to be performed. The text focuses on the application of this technique to different tasks performed between 2007 and 2009 in the walls and the vertical rocky massif of the Castle of Santa Barbara in Alicante. It is also intended to describe the work protocol created each time with different intentions: to coordinate all members of each work team, and to implement some guidelines that give coherence to the bunch of data individually collected (influenced by subjective criteria). It is not the mission of this paper to delve into the specific procedures of the system and its components, nor the results obtained in the studies and works carried out in each one of the interventions.

**Keywords:** trabajos verticales, Castillo, frente murario, macizo rocoso, Santa Bárbara.

### 1. Introducción

El Castillo de Santa Bárbara (Alicante) se sitúa sobre un cerro junto al mar que alcanza una altura de 160 m. Sus escarpadas laderas, que se transforman en paredes verticales en la zona oeste (donde se encuentra la peculiar formación geológica conocida como "la Cara del Moro"), lo hacen idóneo como elemento defensivo, pero, a la vez, esta difícil accesibilidad obstaculiza las tareas periódicas de mantenimiento y conservación.

El descubrimiento en agosto de 2007 de varias fisuras en el macizo rocoso sobre el que apoyan las murallas, unido al desprendimiento continuo de piedras de gran tamaño, llevó a la utilización de técnicas de Trabajo Vertical (acceso y posicionamiento mediante cuerdas) como método óptimo para la realización urgente de diversas tareas: inspección *in situ*, toma de

datos, saneado, consolidación y reparaciones puntuales en zonas de difícil acceso.

Desde entonces, han sido varias las intervenciones que se han realizado en el Castillo mediante esta técnica, incluyendo la inspección y valoración de daños en el macizo rocoso y laderas del monte, instalación de mallas de protección, consolidación del frente murario de sillería y mampostería, y medición y restitución gráfica de los lienzos de muralla.



Fig. 1- Castillo de Santa Bárbara, y perfil de la “Cara del Moro” (foto autor, 2007)

## 2. Los Trabajos Verticales

La expresión coloquial “Trabajos Verticales” hace referencia a la utilización de técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas para efectuar trabajos temporales en altura. Este sistema, que deriva directamente de varias disciplinas deportivas (escalada, espeleología), se encuentra actualmente regulado mediante el Real Decreto 2177/2004 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en materia de trabajos temporales en altura.

Entre las características que definen estas técnicas aplicadas a diferentes ámbitos laborales dentro del sector de la construcción, y que las diferencian de la práctica deportiva, destaca la utilización de dos cuerdas independientes por cada operario; una de ellas (denominada “cuerda de trabajo”) se utiliza como medio de acceso y posicionamiento, mientras que la otra (“cuerda de seguridad”) sirve como sistema anticaídas, dado que se trabaja en lugares con riesgo de caída a distinto nivel.

A su vez, los diferentes componentes de cada uno de estos dos sistemas se pueden agrupar en tres grandes conjuntos o zonas: dispositivo de anclaje (A), subsistema de conexión (B) y prensión del cuerpo (C).

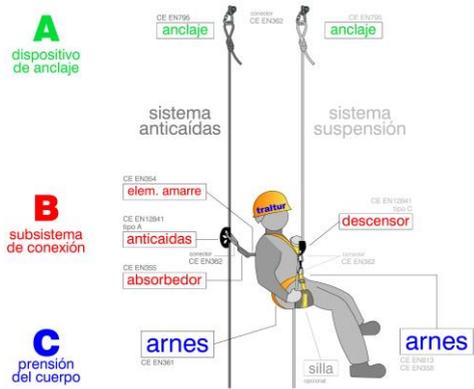


Fig. 2- Esquema genérico de Trabajos Verticales (dibujo autor)

Las cuerdas de ambos sistemas (suspensión y trabajo) se fijan a elementos resistentes mediante un dispositivo de anclaje independiente para cada una. La norma EN795 define cinco tipos de dispositivos, si bien, únicamente, cuatro de ellos, son aptos para fijar los dos sistemas (cuerdas) de Trabajos Verticales: Punto de Anclaje (clase A), Anclajes Transportables (clase B), Línea de vida Rígida (clase D), y Peso Muerto (clase E).

El trabajador, que debe ir provisto de un arnés de sujeción y retención (EN358), posicionamiento y asiento (EN813) y anticaídas (EN361), se conecta simultáneamente a ambas cuerdas (sistemas) mediante diferentes dispositivos que le permiten progresar, tanto en descenso, como en ascenso.

Durante la mayor parte del tiempo, el trabajador permanece en suspensión, lo que ha llevado al desarrollo de diferentes asientos (no regulados normativamente hasta la fecha), conectados a la cuerda de trabajo.

Este esquema genérico formado por dos sistemas y tres zonas se puede modificar para adaptarlo a las peculiaridades de la zona de trabajo, lo cual permite una gran flexibilidad. También existen diversas técnicas de progresión sobre cuerdas, que permiten el desplazamiento en vertical, horizontal, y en planos inclinados.



Fig. 3- Adaptaciones del esquema genérico en función del trabajo a realizar (dibujo autor)

Además de las ventajas evidentes que ofrece (versatilidad, inmediatez y economía), esta técnica es, en ocasiones, la única que se puede adoptar para llegar a sitios de difícil acceso. Por este motivo, fue el sistema escogido para la realización de diversas intervenciones en el frente murario y los taludes sobre los que se apoya el Castillo de Santa Bárbara en Alicante.

### 3. Intervenciones puntuales en el Castillo de Santa Bárbara

Durante el verano de 2007 se registraron varios desprendimientos de material proveniente de los taludes sur y oeste del monte Benacantil, sobre el cual se asienta el Castillo de Santa Bárbara de Alicante. El gran tamaño de alguna de estas rocas, unido a la cercanía de áreas habitadas y espacios públicos, obligó al cierre temporal del parque de la Ereta y a la adopción de medidas de seguridad. Se llevó a cabo una inspección visual por parte del servicio local de bomberos, quien informó de la presencia de varias grietas en el talud rocoso que alertaban del riesgo de nuevos desprendimientos similares a los ya registrados.

Como primera medida, se decidió proceder de forma urgente a la revisión *in situ* de las zonas afectadas mediante técnicas de Trabajos Verticales, con la finalidad de obtener datos que permitieran valorar la gravedad de los daños y poder establecer así una solución constructiva adecuada. La espectacularidad de estos trabajos, unida al simbolismo y relevancia del Castillo en

la ciudad de Alicante, llevó a la prensa local a ocuparse de la noticia durante varios días.



Fig. 4- Recorte de prensa (Diario Información, 20 de septiembre de 2007)

### 3.1. Revisión del frente rocoso del macho del Castillo (“Cara del Moro”) [sept. 2007]

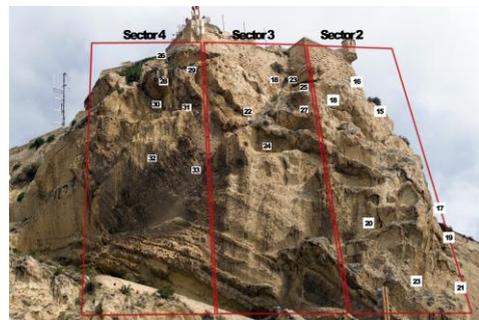


Fig. 5- División de la zona en sectores, y ubicación de lesiones (foto autor)

La primera de las intervenciones tuvo por objetivo inspeccionar pormenorizadamente la zona del macizo rocoso en la que se estaban produciendo desprendimientos, con la finalidad de catalogar las fisuras y rocas, evaluar la

posible trascendencia de las lesiones y poder actuar en consecuencia.

Previo al comienzo de los trabajos, se decidió establecer un protocolo de actuación con la finalidad de coordinar a todos los operarios que iban a intervenir en la inspección. El grupo de trabajo estaba formado por dos equipos de dos operarios especialistas en Trabajos Verticales, un fotógrafo, una operadora de cámara de vídeo y el arquitecto que suscribe este artículo.

La “Cara del Moro” se fraccionó en 5 sectores y cada uno de los 2 equipos de 2 operarios hizo un descenso de inspección por cada sector (20 en total). En cada descenso numeraron las fisuras, tomaron fotografías y vídeo de las mismas (cada equipo llevaba consigo una cámara de fotos y otra de vídeo), y realizaron croquis a mano.

Mientras, las otras tres personas permanecían, bien en la parte superior del Castillo, bien en la senda inferior del Parque de la Ereta.

Para unificar criterios, se evaluó la gravedad de cada lesión utilizando el siguiente patrón: fisuras muy grandes o riesgo de desprendimiento de piedras de gran tamaño (\*\*\*), fisuras medianas o riesgo moderado de desprendimientos (\*\*) y fisuras superficiales o riesgo bajo (\*).

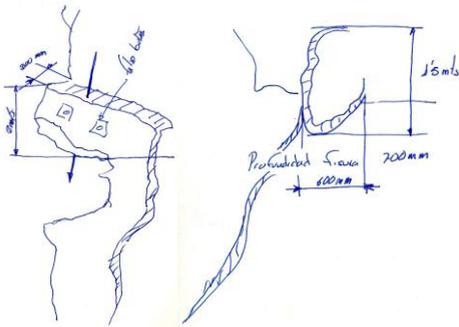


Fig. 6- Croquis realizados *in situ* por los propios operarios (Traltur coop.v.)

Los resultados de estas inspecciones *in situ* (que descubrieron hasta 39 puntos conflictivos) fueron determinantes para evaluar la gravedad y trascendencia de las lesiones, e influyeron de forma decisiva en la toma de decisiones y en la adopción de medidas correctivas.

El riesgo de desprendimiento de piedras de gran tamaño y la inestabilidad de rocas de la zona de la *nariz* de la “Cara del Moro”, que amenazaba con desfigurar el icónico perfil del talud, llevó a la difícil decisión de acometer una costosa “geo-restauración” del macizo rocoso.

### 3.2. Trabajos puntuales en “Cara del Moro” [mayo 2008]

Pocos meses después de la inspección *in situ* del talud, y tras redactar el preceptivo Proyecto, comenzaron las obras destinadas a consolidar el macizo rocoso de la zona suroeste del Castillo.



Fig. 7- Operario sobre la “nariz” del perfil del talud “Cara del Moro” (foto autor, 2008)

Los diferentes componentes que se utilizan en Trabajos Verticales, junto con las restricciones normativas en materia de manipulación de cargas, limitan el peso máximo a movilizar a unos 200 o 300 kg. Además, estas cargas deben estar suspendidas de cuerdas independientes a las dos utilizadas por cada operario.

Los trabajos de consolidación precisaban el uso de maquinaria pesada, por lo que no fue posible emplear técnicas de Trabajo Vertical. En su lugar, se hizo preciso instalar un gran volumen de medios auxiliares temporales (andamios).



Fig. 8- Andamio tipo europeo instalado para las obras de consolidación (foto autor, 2008)

No obstante, previo al inicio de la instalación de estos medios auxiliares, se utilizó esta técnica de Trabajos Verticales para la fijación de una malla de seguridad sobre el talud que evitara pequeños desprendimientos de rocas y poder así garantizar la seguridad de los operarios montadores.



Fig. 9- Operario portando un rollo de malla de triple torsión (foto autor, 2008)

### 3.3. Inspección y consolidación de la ladera sur del monte Benacantil [noviembre 2007]

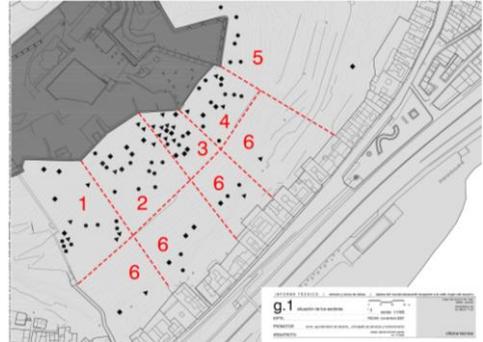


Fig. 10- Plano conteniendo la ubicación y tipo de lesiones detectadas (dibujo autor)

Casi de forma simultánea a la revisión del frente rocoso del macho del Castillo se desarrolló otra inspección en la ladera sur, una zona con una pendiente mucho más tendida, cercana a los 45°. Se estableció un protocolo muy similar a aquel, con dos equipos de dos operarios y un arquitecto supervisor.



Fig. 11- Trabajo en ladera (foto autor, 2008)

Como resultado de esta revisión se catalogaron hasta 90 puntos con riesgo de diversa entidad: grandes bloques de piedra, lajas y fisuras de varios tamaños, y pequeño material disgregado. Tras la revisión, se procedió a la ejecución de obras de urgencia, también con técnicas de Trabajo Vertical, incluyendo la instalación de mallas de triple torsión 8-10-15 y mallas de cable de acero romboidal 300x300 para casos de bloques de gran tamaño.

### 3.4. Inspección del frente murario sur y oeste [junio 2009]

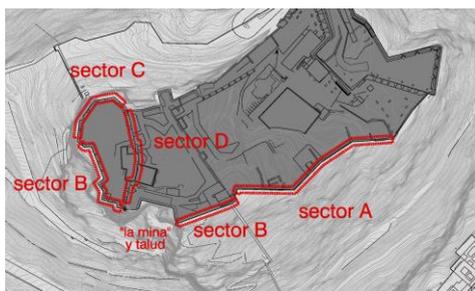


Fig. 12- Área de la intervención (dibujo autor)

Casi dos años más tarde, y en el marco de unas obras de restauración que afectaron a diversos elementos del Castillo, se emprendieron trabajos de inspección *in situ* y reparación del frente murario del macho. Se trata de la zona que presenta una mayor dificultad dada su verticalidad y difícil accesibilidad, por lo que el propio Proyecto recogía que la intervención se debía realizar mediante especialistas en Trabajos en Altura (mal llamados “alpinistas”).



Fig. 13- Operario croquizando una lesión en el frente murario (foto autor, 2009)

En esta ocasión, el trabajo fue realizado por un único equipo de 2 operarios especialistas más un

arquitecto supervisor. El área de la intervención, que incluía frentes murarios de mampostería y sillería, se subdividió en 4 sectores en función de su localización, características similares, y días de inspección. A su vez, cada uno de estos 4 sectores se fraccionó en zonas y subzonas, hasta completar un total de 24 áreas.

La inspección *in situ* de nuevo volvió a ser decisiva para completar los datos del Proyecto, concretar las mediciones y definir las áreas de intervención, e incluso tomar muestras de ripios, mampuestos y argamasa para elaborar el mortero bastardo de cemento y cal para el rejuntado. En total se tomaron cerca de 800 fotografías.

Los trabajos incluyeron también la medición pormenorizada de cada una de estas 24 áreas, con la finalidad de proceder a la restitución gráfica de los lienzos de la muralla. La toma de datos, realizada por el arquitecto que firma este artículo, también fue efectuada con técnicas de Trabajo Vertical.

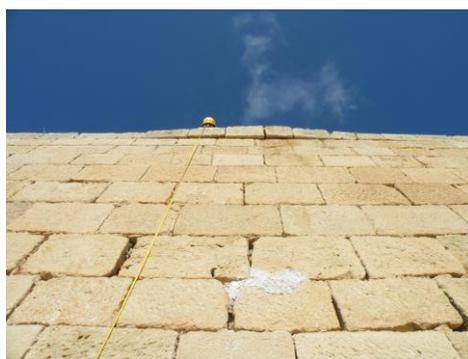


Fig. 14- Medición del frente murario sur (foto autor, 2009)

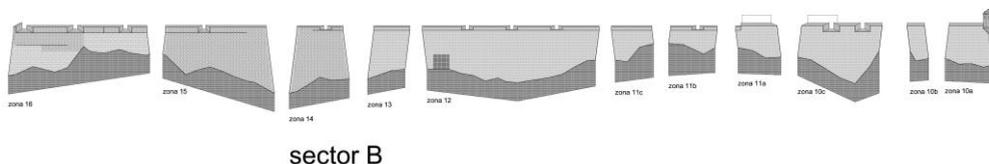


Fig. 15- Restitución gráfica (CAD) de los lienzos de las murallas (dibujo autor, 2009)

### 3.5. Inspección del talud sur (zona “la mina”) [junio 2009]

Dentro del mismo Proyecto de “Restauraciones en el Castillo de Santa Barbara de Alicante” de 2009, redactado por los técnicos D: Màrius Bevià y D. Santiago Varela, se encontraba otra partida destinada a la inspección del macizo rocoso base del frente murario.

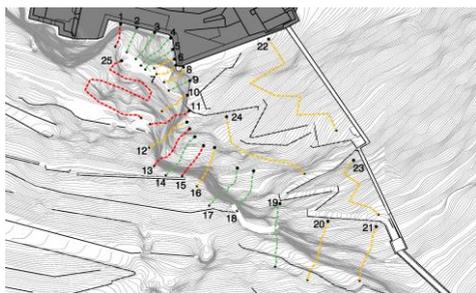


Fig. 16- Ubicación de descensos de inspección (dibujo autor)

Para la ejecución de esta tarea se siguió un protocolo similar al descrito en los apartados anteriores: se dividió el macizo rocoso en sectores de trabajo (4 en total), se organizaron hasta 25 descensos de inspección para abarcar la totalidad del área, y se localizaron, catalogaron, dibujaron y fotografiaron todos los puntos con riesgo de desprendimiento de material.

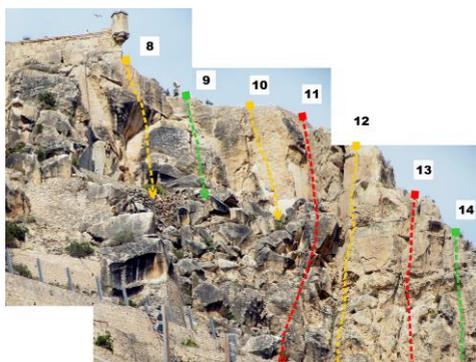


Fig. 17- Fotomontaje sector F (dibujo autor)

Por último, en el informe final que recogía todos los datos de la intervención (estructurados en 25

fichas individuales, una por cada descenso), se valoró la peligrosidad potencial de cada zona mediante un código de color y se incluyó un símbolo diferenciado para cada tipo de riesgo detectado: lascas y fisuras, pequeño material disgregado, bloques de piedra inestables y elementos asegurados con bulones.

### 4. Conclusiones

El sistema de Trabajos Verticales posee una gran flexibilidad y tiene la capacidad de adaptarse a muy diversas circunstancias, lo que le permite acomodarse a las singularidades de cualquier trabajo donde la accesibilidad está limitada. En el caso concreto del Castillo de Santa Bárbara, esta técnica se reveló bastante útil para realizar diversos tipos de intervenciones en varias zonas de difícil acceso: lienzos exteriores de murallas, taludes, laderas y macizos rocosos, etc.

Pese a la sensación de riesgo e inestabilidad que un operario colgado de cuerdas puede transmitir, el sistema de Trabajos verticales es incluso más seguro que otros medios auxiliares (andamios o escaleras), puesto que en este caso la propia técnica de Trabajos Verticales incluye el sistema anticaídas, y no queda a voluntad del operario el utilizar o no dicho sistema.

Como principales dificultades, debemos citar la necesidad de una formación muy específica. Afortunadamente, este punto se encuentra regulado por el RD 2177/2004; no obstante, el decreto posee importantes carencias: no cita la cantidad de horas mínima de esta formación (tan sólo habla de los contenidos de la misma), ni quién puede impartir dicha formación.

También existe otra limitación importante, que es el tamaño y peso máximo de las cargas que se pueden manejar. Por ello, este sistema se debe limitar a intervenciones puntuales y tareas que no impliquen el uso de materiales pesados o maquinaria de gran entidad.

## Notas

Todos los trabajos descritos (a excepción de la instalación de andamios) fueron realizados por

operarios especialistas en Trabajos Verticales de la mercantil “Traltur coop.v.”, y fueron dirigidos por el técnico que suscribe este documento.

## Referencias

- AA.VV. (2006). *Manual de formación en técnicas de trabajos verticales*. Madrid: ANETVA (Asociación Nacional de Empresas de Trabajos Verticales).
- Cendal D., Panades X., Pau J., Galindo J. (2010). *Seguridad y Salud en trabajos verticales*. Madrid: ANETVA (Asociación Nacional de Empresas de Trabajos Verticales) & ASEPEYO (Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social).
- Murcia M. (1996). *Prevención, seguridad y autorrescate*. Madrid: Desnivel
- Redondo J. (2001). *Manual de seguridad en Trabajos Verticales*. Madrid: Desnivel
- Redondo J. (2005). *Prevención y seguridad en Trabajos Verticales*. Madrid: Desnivel
- Palomares N., Cortes G., Oltra A., Ruiz R. (2010). *Manual para la prevención y disminución de riesgos del trabajador en la utilización de asientos de trabajos verticales*. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Sirvent C. (2012). *Control y supervisión de los trabajos verticales*. Alicante: COAAT Alicante.
- Sounier J. (2001). *Claves para la aplicación de las técnicas de alpinismo y espeleología*. Barcelona: Paidotribo
- Tamborero J. (2008). *Descripción y elección de dispositivos de anclaje*. Madrid: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).