

Consolidación de elementos de tierra en el norte del Perú

L. Villanueva

Dr. Arquitecto y Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid

G. Sandoval

Ingeniero Civil, Master CEDEX y Profesor de la Universidad de Piura

S. García Álvarez

Arquitecto, Profesor de la Universidad Politécnica de Madrid

Palabras clave : Consolidación; arqueología; tierra

Resumen

Las excavaciones de los restos arqueológicos exigen una adecuada consolidación y protección inmediatamente posterior, para preservar lo excavado de las inclemencias meteorológicas. Estas exigencias aumentan cuando los restos son esencialmente elementos de tierra, como es el caso de los abundantes yacimientos arqueológicos del norte del Perú.

La climatología local, con escasa pluviometría anual, fuerte insolación e importantes diferencias térmicas en el paso del día a la noche, hacen particularmente necesario un adecuado tratamiento de este problema. Lo anterior aún se complica más con el Niño, que provoca importantes inundaciones, en los años en que aparece este fenómeno.

En la comunicación se pretende dar cuenta de todos estos trabajos: de los sistemas tradicionales de consolidación, de los ensayos realizados y de las conclusiones a las que se han llegado.

SUMMARY

Soon after archeological excavations are carried out, sites require proper consolidation and protection to preserve the findings from weather agents. This is even more so in case of dirt remains, such as those found in the abundant archeological sites of the north of Peru'.

The local climate conditions, characterized by scarce annual rains, intense sun and significant temperature excursions between day and night, strongly require an adequate treatment of the issue. The aforementioned is even more complicated by "El Niño", cause of significant floods in those years when this weather phenomenon appears.

Scope of the report is to describe all these activities, such as traditional consolidation approaches, sampling performed and the relevant conclusions.

Contenido

La presente comunicación surge como resultado de los trabajos llevados a cabo durante tres campañas consecutivas en las excavaciones arqueológicas, que a través de un convenio de cooperación entre la Universidad de Piura¹ y la Universidad Politécnica de Madrid², se están llevando a cabo el asentamiento colonial de San Miguel de Piura, primera ciudad fundada por los españoles en el actual territorio del Perú. La ciudad fue abandonada al poco tiempo sus pobladores y refundada hasta tres veces a varios kilómetros de distancia. Actualmente se está haciendo el proyecto para la excavación los restos del segundo asentamiento encontrándose abundante material arqueológico así como restos de las edificaciones existentes en el lugar, fundamentalmente cimentaciones y arranques de muros, construidos en material tierra.

FOTO 1

FOTO 2

Con este motivo, se han visitado numerosos yacimientos prehispánicos en esa zona para tener información de los sistemas empleados en la consolidación y protección de lo excavado.

La primera parte del trabajo consistió en caracterizar la tierra existente en el yacimiento arqueológico de Piura la Vieja con el objeto de poder realizar los diferentes ensayos tanto en el laboratorio de la Universidad de Piura como estudios paralelos en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Resultados

En el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura se ha caracterizado la tierra local fácilmente disponible, que habitualmente se utiliza, mezclada con guano, en la fabricación de adobes. Se determinó la granulometría del suelo así como, los límites líquido y plástico y el índice de plasticidad.

FOTO 3

FOTO 4

Dichos ensayos dieron como resultado que la arcilla en cuestión era una arcilla de baja plasticidad (CL), con un altísimo contenido en finos (más del 70 % atraviesa el tamiz 200 de la serie ASTM) que acentúa la inestabilidad volumétrica de la tierra favoreciendo su fisuración posterior.

¹ Profesores Sesé, Sandoval y Correa

² Profesores Villanueva y Vela

En paralelo con éstos primeros análisis se comenzaron a realizar unas pruebas en el lugar mediante tortas de barro estabilizadas con cal, que resultaron muy fisuradas en plazos más o menos cortos, en concordancia con la alta finura de la tierra.

FOTO 5

Posteriormente en la Escuela de Arquitectura de Madrid se trabajó en la búsqueda de un suelo que tuviera propiedades semejantes al de Piura la Vieja con el objeto de desarrollar una investigación que permitiera la búsqueda del estabilizante óptimo que contribuyera a la máxima estabilidad posible de la tierra fundamentalmente frente a la acción del agua. Se caracterizaran diversos suelos arcillosos del entorno de Madrid (ver resultados) obteniendo sus granulometrías y límites plástico y líquido.

FOTO 6

FOTO 7

Analizando los resultados obtenidos para las tierras de Madrid podemos comprobar que existe una gran similitud, sobre todo en la tierra extraída en Vicálvaro, en cuanto a sus límites líquidos e índices de plasticidad, quedando clasificadas dentro del grupo CL o arcillas de baja plasticidad. Existe sin embargo una gran diferencia entre sus curvas granulométricas ya que las arcillas elegidas tienen contenidos en finos mucho menores que la estudiada en Piura. En cualquier caso sería factible la corrección de la granulometría de nuestras arenas mediante la adición de arcillas puras hasta conseguir elevar el contenido de finos al nivel deseado. En ulteriores análisis se quiere proceder al análisis mineralógico de las muestras para asegurar que la naturaleza es similar a la tierra piurana.

En la actualidad se continúan los ensayos, tanto en Laboratorio como en el lugar, con objeto de obtener un sistema eficaz, barato y recuperable de consolidación sobre elementos murarios de diversos espesores, realizados con mampostería de piedra en sus dos caras y un relleno de tierras con restos de cal en su interior.

Se han llevado a cabo nuevos ensayos utilizando como agente estabilizante el jugo de tuna (planta captácea abundante en el norte del Perú). El procedimiento seguido ha sido remojar las hojas de la planta previamente troceadas en agua durante una semana. Se obtiene un líquido de color verdoso con una cierta viscosidad, seguidamente se filtra el líquido para separar los sólidos que contiene, y se usa como agua de amasado de las probetas de ensayo.

Se preparan tortas de mortero hechas con la tierra de Piura y amasadas con el líquido reseñado y la premisa de utilizar la menor cantidad de agua para conseguir la máxima compacidad y la mayor durabilidad final

frente a la erosión, ensayándolas posteriormente variando las proporciones de los diferentes componentes, agua, arena y suelo.

Los resultados obtenidos mediante éste procedimiento de estabilización han sido bastante satisfactorios. La proporción óptima ha sido una mezcla de suelo/arena/agua respecto a peso de suelo, en la siguiente proporción volumétrica 1/3:4/0.23

FOTO 8

Conclusiones

La tierra original procedente del asentamiento de Piura la Vieja presenta un alto contenido en finos. Esto agrava los problemas de retracción y fisuración de los morteros experimentados. La tierra de Madrid, con una granulometría más gruesa, tiene una mayor estabilidad volumétrica. A pesar de su distribución granulométrica distinta, los límites de Atterberg medidos son similares. Para corregir la finura de la tierra Piurana, se propone añadir arena de forma que la curva se asemeje lo más posible a la de las Tierras ensayadas en Madrid. A partir de aquí se propone estabilizar con cal la tierra corregida por ser dicho conglomerante compatible con las fábricas coloniales halladas en el yacimiento arqueológico. Por otra parte, la adición de jugo de tuna mejora en gran medida la resistencia al agua del mortero de tierra que se pretende usar como protección de las cabezas de los muros. Siguiendo estas pautas se realizarán ensayos encaminados a determinar la proporción ideal de los estabilizantes de modo paralelo en las Universidades de Piura y Politécnica de Madrid. Los resultados obtenidos en ésta segunda fase de investigación conjunta entre las dos Universidades, coordinados y supervisados bajo la dirección del Doctor D. Luís de Villanueva, servirán para la fabricación final de los morteros de consolidación que evitarán el deterioro de las fábricas coloniales de Piura la Vieja.

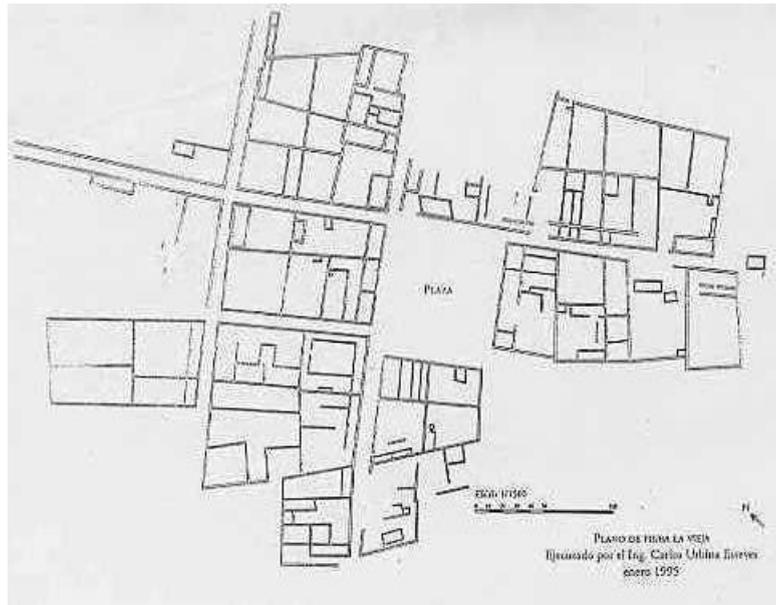


FOTO 1 Plano de San Miguel de Piura



FOTO 2 Restos murarios de San Miguel de Piura

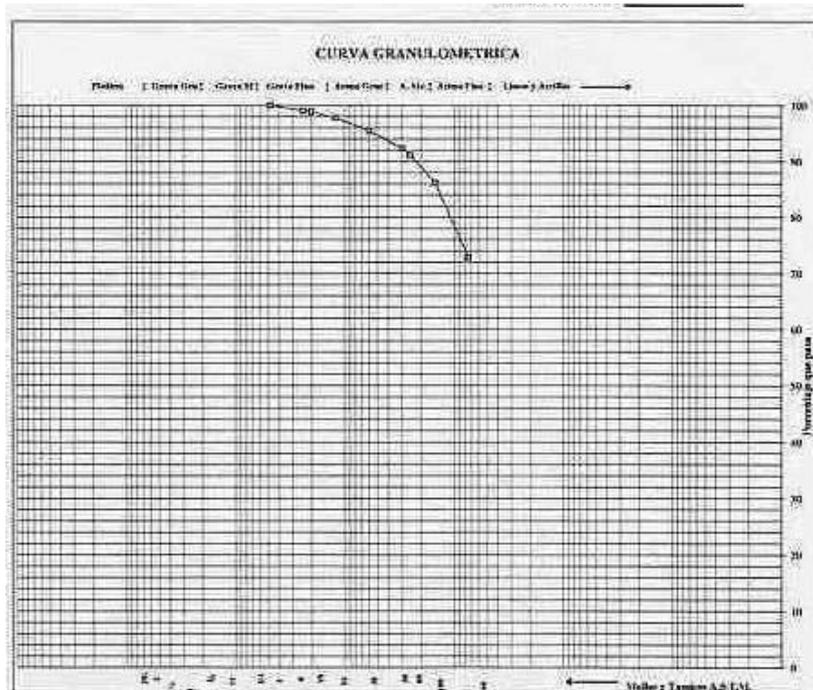


FOTO 3 Granulometría tierra de Piura

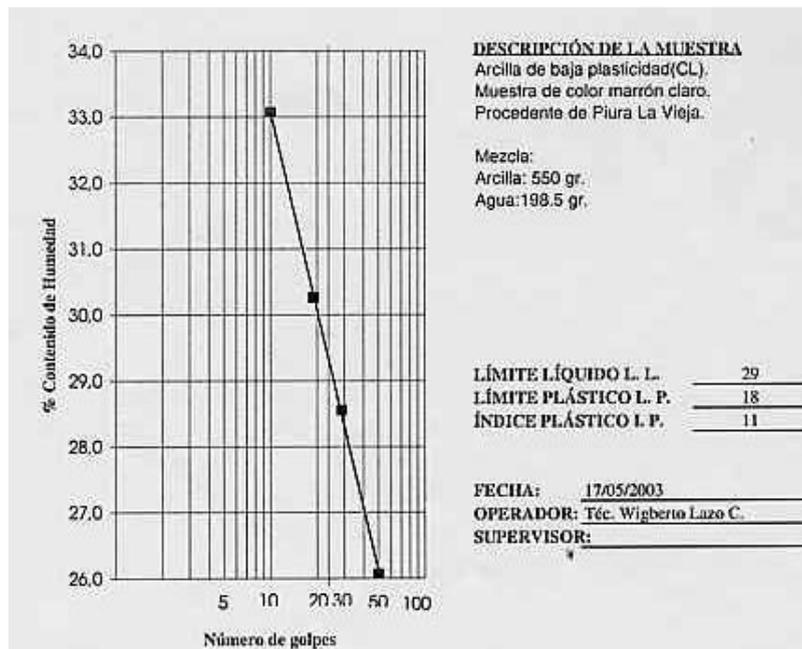


FOTO 4 Límites de Atterberg tierra de Piura

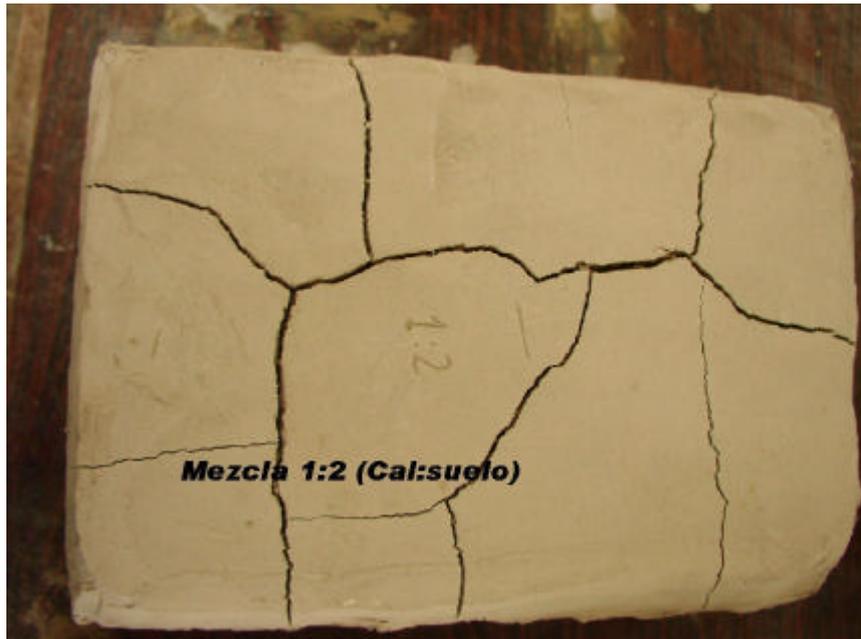


FOTO 5 Pruebas suelo estabilizado con cal

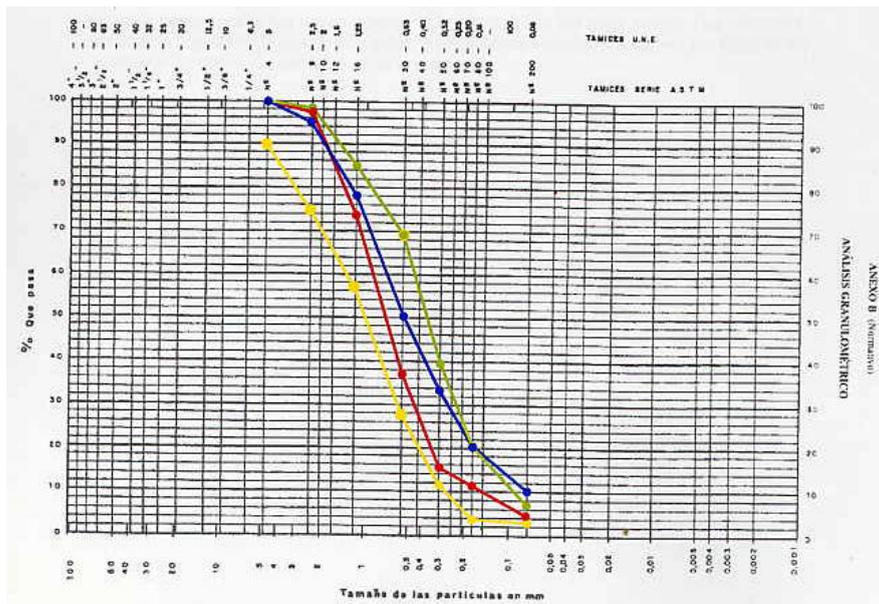


FOTO 6 Análisis granulométrico de las tierras de Madrid



FOTO 7 Límites de Atterberg tierras de Madrid



FOTO 8 Muestra estabilizada con jugo de tuna