

Estabilización con suelo cemento para la plataforma de lanzamiento espacial Ariane 6

Del suelo al espacio

Juan Diego Moreno, Cementos Argos



↑ Foto 1. Vista general del proyecto Ariane 6. CORTESÍA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA

Ariane 6 es un proyecto de gran magnitud desarrollado por la Agencia Espacial Europea, para el que se está construyendo una plataforma de lanzamiento de cohetes espaciales en la Guayana Francesa. Se espera que el primer lanzamiento se realice en el año 2020.

Para el desarrollo de este megaproyecto se han utilizado 21.000 toneladas de cemento y 54.000 m³ de concreto y se han movido cerca de 400.000 m³ de tierra. A grandes rasgos, se están realizando obras para la plataforma de lanzamiento (ZL4), el edificio de ensamblaje de cohetes (BAL), la planta de tratamiento de aguas, las vías de carga pesada que comunican el edificio de ensamblaje con la plataforma de lanzamiento y las vías de conexión internas. Todas estas obras son cruciales y estratégicas para el funcionamiento integral de la Plataforma Espacial.

Con el fin de aprovechar los materiales disponibles en el sitio de la obra y de limitar los insumos de préstamo o llevados de fuera, se realizó un tratamiento de los materiales de excavación con diferentes métodos usando cemento o ligante hidráulico para vías. Estos materiales fueron colocados con la ayuda de camiones esparcidores y se mezclaron íntimamente con el suelo del lugar utilizando máquinas recicladoras o estabilizadoras de suelos.

La técnica de estabilización de suelos con cemento o ligantes hidráulicos se utiliza desde principios del siglo XX y la Segunda Guerra Mundial le dio un gran impulso a esta tecnología de estabilización en vías. Sin embargo, fue solamente hasta el final del siglo que se masificó su aplicación principalmente en carreteras, aunque se vieron trabajos de estabilización en proyectos de otro tipo como puertos o aeropuertos.

En el caso de la Plataforma Espacial Ariane 6, resulta novedoso que por primera vez se aplica la tecnología del suelo cemento como ligante hidráulico en un proyecto espacial tan importante. Tanto las vías que conducen a la estación espacial como las de conexiones internas fueron diseñadas para soportar cargas de hasta 13 toneladas por eje, considerando que sobre ellas rodarán volúmenes gigantescos y de gran peso como son las naves ensambladas listas para su lanzamiento en la plataforma. En las vías internas se aplicó un tratamiento monocapa, más conocido como riego superficial sencillo, a fin de facilitar el tránsito durante la etapa de construcción.

A los suelos se les aplicaron tres tipos de tratamiento:

- En la capa inferior se realizó estabilización para evitar los ascensos capilares. La capa fue colocada justo encima de estratos de arenas o en la base de los terraplenes.
- Otra clase de tratamiento se realizó sobre los taludes, con el objetivo de protegerlos adecuadamente contra la erosión y facilitar, al mismo tiempo, su posterior conformación; se manejaron pendientes de 1H/2V.
- El último tratamiento fue el utilizado para reforzar las capas de enrase y conformación de las vías internas de conexión.

↓ Foto 2. Colocación y mezclado de los ligantes hidráulicos.
CORTESÍA CEMENTOS ARGOS



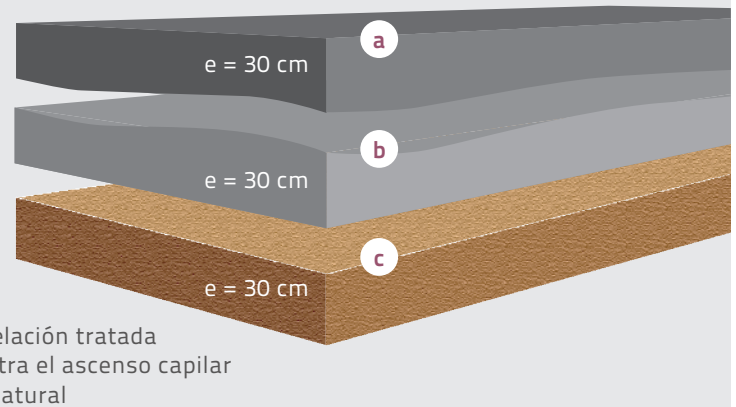
La estructura, de 1.20m de espesor, que se definió para las vías fue la siguiente:

1. Capa de tratamiento para evitar el ascenso capilar: 30 cm.
2. Capa de nivelación tratada: 30 cm.
3. Capa de conformación tratada: 30 cm.
4. Capa final compuesta por grava y rodadura: 30 cm.

En las dos primeras capas –la que evitaba el ascenso capilar y la que se encargaba de la nivelación de la superficie– el ligante hidráulico fue dosificado como el 4% del peso del material de cada capa. Dicho ligante estaba compuesto principalmente por clínker, puzolanas y yeso en proporciones aproximadas de 45%, 45% y 10%, respectivamente. Esta composición abrió la posibilidad de tener mayores ventanas de trabajo que las de obras con cemento de uso general.

Otra característica importante del cemento fue su resistencia especificada, de cerca de 10 MPa a los 28 días y 20 MPa a los 56 días. Con el contenido adicionado de puzolana para este ligante hidráulico, cobra mucha importancia el uso de agentes de curado que impidan la pérdida prematura de agua que, como es bien sabido, es necesaria para el correcto desarrollo de las reacciones puzolánicas y, en consecuencia, de la resistencia.

CAPAS DE TRATAMIENTO



↑ Foto 3. Corte esquemático de las capas tratadas.
CORTESÍA CEMENTOS ARGOS

El ligante hidráulico utilizado en la tercera capa, la de conformación, es un cemento portland adicionado con un contenido mínimo de clínker del 65% y una resistencia mínima a los 28 días de 32,5 MPa. Este ligante hidráulico fue dosificado al 7% del peso del material que conformaba la capa. Sobre esta tercera capa se utilizó una emulsión bituminosa a razón de 600 g/m² con el fin de limitar la fisuración y la retracción resultante, generada por la pérdida eventual de la humedad a causa de los efectos del sol y el viento, teniendo como función adicional evitar la infiltración de agua en esta capa que pudiera terminar en un lavado de finos.

La cuarta y última capa fue prevista para ser construida en un material de grava no tratada, pero sí recubierta por una carpeta asfáltica o un tratamiento bicapa. Este tratamiento está conformado por dos capas sucesivas de grava colocadas sobre otras capas de emulsión bituminosa; en otras palabras, un tratamiento superficial doble.

Además de los cementos o ligantes hidráulicos mencionados, en la obra también se utilizó un cemento resistente al ataque de sulfatos para algunas de las obras principales que están por debajo del nivel del terreno.

↓ Foto 4.a y b. Proceso de ejecución de capa final.
CORTESÍA CEMENTOS ARGOS

