

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES EN LA OPERACIÓN DE ESCUDOS EN SUELOS BLANDOS.**

El objetivo principal del uso de escudos es el de aumentar la seguridad y calidad del proceso constructivo, y a la vez optimizar los costos y plazo del mismo, es por eso que debemos de apoyarnos en un análisis sistemático que nos pueda brindar información en tiempo real de los procesos involucrados, a partir del registro electrónico de los datos de funcionamiento de la máquina.

Para aprovechar al máximo el potencial de la información proporcionada por los datos de funcionamiento del escudo, se debe de llevar a cabo un análisis de la información de forma sincronizada con el proceso constructivo.

Esta sincronización se ha de llevar a cabo mediante un:

- Seguimiento y comparación en tiempo real entre valores reales medidos y los valores objetivo preestablecidos en los distintos parámetros técnicos y mecánicos de funcionamiento, y de los parámetros que describen la interacción entre el escudo y el terreno.
  
- Reconocimiento a tiempo de estados de funcionamiento críticos, de manera que sea posible llevar a cabo las contramedidas necesarias y evitar así paradas largas y no planeadas de la máquina.

- Mejoramiento de los distintos procesos parciales que intervienen en la excavación con tuneladora mediante el análisis de los datos de funcionamiento de cada proceso.

Algunas recomendaciones que se dan en la operación de escudos en suelos blandos, son las siguientes:

- Encargar la labor de realizar las pruebas tanto de laboratorio como in situ, a una empresa calificada que garantice la confiabilidad de los resultados ya que de ellas depende la elección de la maquina y el tipo de revestimiento.
- Realizar el tratamiento geotécnico en las entradas y salidas de las estaciones, así como en las lumbreras, ayudará a evitar colapsos del terreno cuando el escudo pase por ellas.
- Tomar en cuenta todos los parámetros y análisis necesarios para la selección del escudo, ya que de no ser así se puede llegar a una elección errónea que se puede ver reflejada en la eficiencia de la máquina.
- Estar alerta cuando se realiza la inyección del mortero ya que es una actividad importante dentro de la excavación del túnel, si esta no se realiza adecuadamente, no cumpliendo ninguno de los dos criterios para el paro de la inyección, se puede estar en serios problemas ya que se presentaran asentamientos importantes en la superficie, provocando poca confianza al usuario.
- Asegurarse que tanto el ensamble, operación y mantenimiento de la máquina este al mando del fabricante de la misma, ya que ellos tendrán gente especializada que pueda realizar estas labores sin retrasos que podrían modificar el tiempo de culminación.
- Revisar periódicamente que las presiones registradas en la cámara de excavación se encuentren dentro del rango de valores admisibles para la zona, ya que de esto dependerá la estabilidad del frente de excavación, si esto no fuera así, modificar la velocidad de extracción de rezaga de la cámara.
- Contar con un sistema de guiado preciso durante la excavación es de gran importancia, ya que de este depende que la excavación del túnel se realice conforme a proyecto y que el escudo tenga una buena velocidad de avance, ya que la fuerza de fricción entre el terreno y el faldón del escudo disminuye.

- Evitar daños en las juntas de dovelas y anillos, ya que esto podría modificar la resistencia de la dovela y por consecuencia la del anillo, esto lo podemos hacer, procurando que los cilindros de empuje hagan su recorrido de forma uniforme, verificando las lecturas de los sensores de desplazamiento.
- Cuando se tenga la necesidad de inyectar espuma al frente, mediante los puertos de inyección de la cabeza cortadora, se tiene que tener cuidado con la cantidad y forma de inyectarla, ya que si no se hace correctamente el suelo puede llegar a tener otro comportamiento al esperado, causando una modificación en la forma de expulsión.
- Saber si es necesario el cambio de sistema de expulsión de rezaga (sistema de bombas por cintas transportadoras o viceversa) antes de fincar el pedido de la máquina o a un tiempo razonable evita paros inesperados en las actividades.
- Contar con un operador del escudo que sea capaz de interpretar los datos arrojados por el programa de cómputo utilizado durante la excavación del túnel oportunamente, ya que de nada servirá tener un análisis sistemático adecuado si no hay quien lo interprete correctamente.
- Conocer la cantidad del aditivo que se le agrega al material excavado cuando se encuentra en la cámara de excavación para mejorar su trabajabilidad y de esta manera aumentar la velocidad de avance del escudo.
- Contar con las lecturas realizadas a la instrumentación colocada tanto al interior como exterior del túnel después del paso del escudo con la finalidad de conocer el grado de afectación que se tiene en la zona vecina al paso del escudo.
- Contar con un software que nos permita:
  - Reconocer situaciones críticas de funcionamiento
  - Reconocer anomalías geológicas del terreno
  - Reconocer a tiempo fallas mecánicas de la máquina.
  - Realizar interacciones entre el escudo y el terreno.