

ALCONPAT/08

III Congreso Uruguayo y II Congreso Regional de
GESTIÓN DE LA CALIDAD, PATOLOGÍA y RECUPERACIÓN de la CONSTRUCCIÓN
3 al 5 de diciembre de 2008 / LATU / Auditorio y Hall / Montevideo - Uruguay

ALGUNAS HERRAMIENTAS PARA “CRECER CON CALIDAD” EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS

Inq. Civ. Jorge Grgich¹

RESUMEN

Partiendo de considerar a la obra vial como la infraestructura de una empresa de servicio que debe lograr la satisfacción de sus usuarios aplicaremos un enfoque desde un punto de vista sistémico para lograr dicho objetivo.

Las organizaciones en la mayoría de nuestros países son en general de tipo vertical, con el poder de decisión concentrado en el nivel superior, los responsables finales carecen de autonomía y están mayormente limitados en su accionar requiriendo mayor agilidad flexibilidad y efectividad.

Aplicando la Teoría de Sistemas nos permitirá involucrar a los diversos actores desde ese punto de vista y de esta manera obtener una visión integral.

Se deberá aplicar el desarrollo tecnológico existente, innovar, hacer desarrollos propios, aplicar nuevos materiales, nuevos equipos, normalización, especificaciones en el marco de un punto de vista sistémico.

Se tomará como ejemplo una obra de pavimentación con asfalto modificado y se describirá la puesta en práctica de los controles en el marco de un SGC.

Una empresa certificada según la Norma ISO 9001:2000 debe cumplir con los distintos capítulos de la norma, entre ellos el que trata de la realización del producto.

Se describirán las etapas desarrolladas:

Análisis de pliego de condiciones y especificaciones

Definición de las normas a aplicar

Plan de Calidad

Verificación del Laboratorio de Obra

Conclusiones

Lecciones aprendidas.

Palabras Clave: Especificaciones, Normas, Control de Calidad, Sistema de Gestión, Lecciones aprendidas

¹ Laboratorio Tecnológico del Uruguay (L.A.T.U.)

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA VIAL

El objeto del presente trabajo es el control de calidad realizado durante la ejecución del camino de acceso a una Terminal Logística. Dicho camino tiene una extensión cercana a los 7 kilómetros en sentido Norte-Sur y une la terminal con la ruta nacional N°24, en un punto distante pocos metros de su intersección con la ruta nacional N°2. Dicha unión demandó la construcción de un nuevo empalme, de características muy similares al existente.

Figura 1. Vista aérea de la Obra



Cabe destacar, entre los distintos accidentes geográficos que se debieron sortear, el cruce sobre el arroyo M'Bopicuá. Sobre el mismo debió construirse una alcantarilla tipo H de considerables dimensiones de manera de garantizar la posibilidad de circulación en la vía para crecientes con un período de recurrencia de 50 años.

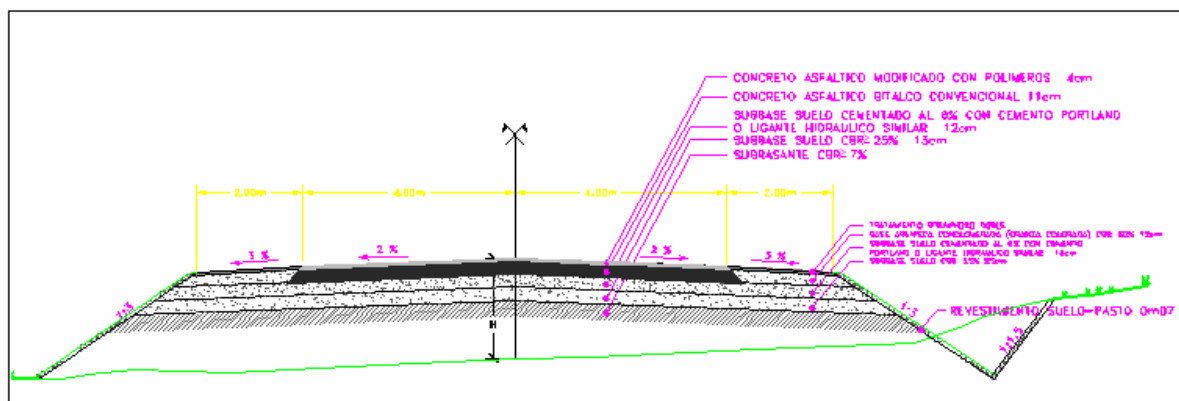
Movimientos de suelos

La construcción de la obra vial demandó un movimiento de suelos del orden de los 200.000 m³. Para estos trabajos se realizó una adecuada compensación entre desmonte y terraplén, aún así fue necesario abrir nuevos préstamos en zonas cercanas al camino. El material utilizado para los terraplenes fue del tipo Limo Fray Bentos, material que presenta adecuadas características de resistencia y trabajabilidad. Los trabajos de terraplenado se controlaron mediante ensayos de Densidad in situ, realizados por el propio subcontratista y auditados por la Dirección de Obra, con una frecuencia de 1 ensayo por capa y cada 100 metros lineales en planta, alternando entre calzadas.

Estructura de pavimento

El pavimento de la obra en cuestión es del tipo flexible, con una sub-base de limo con CBR>25, una base de suelo-ligante y capa de rodadura de carpeta asfáltica.

Figura 2. Perfil del pavimento



Carpeta asfáltica

La carpeta asfáltica se construyó en tres capas:

Base negra: se construyeron dos capas con asfalto convencional tipo Shell Bitumen CA 20 de 5.5 cm. de espesor cada una

Carpeta de rodadura: se construyó en una sola capa con asfalto modificado tipo Shell Cariphalte AM3 en un espesor de 4 cm.

Figura 3. Colocación de carpeta asfáltica



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Áridos

Se utilizaron áridos provenientes de la trituración de roca granítica así como también arena silíceas, cumpliendo sus especificaciones con lo estipulado en el Pliego de Especificaciones Técnicas de la Dirección Nacional de Vialidad.

Asfaltos

Para la base negra, se utilizó cemento asfáltico convencional AC20.

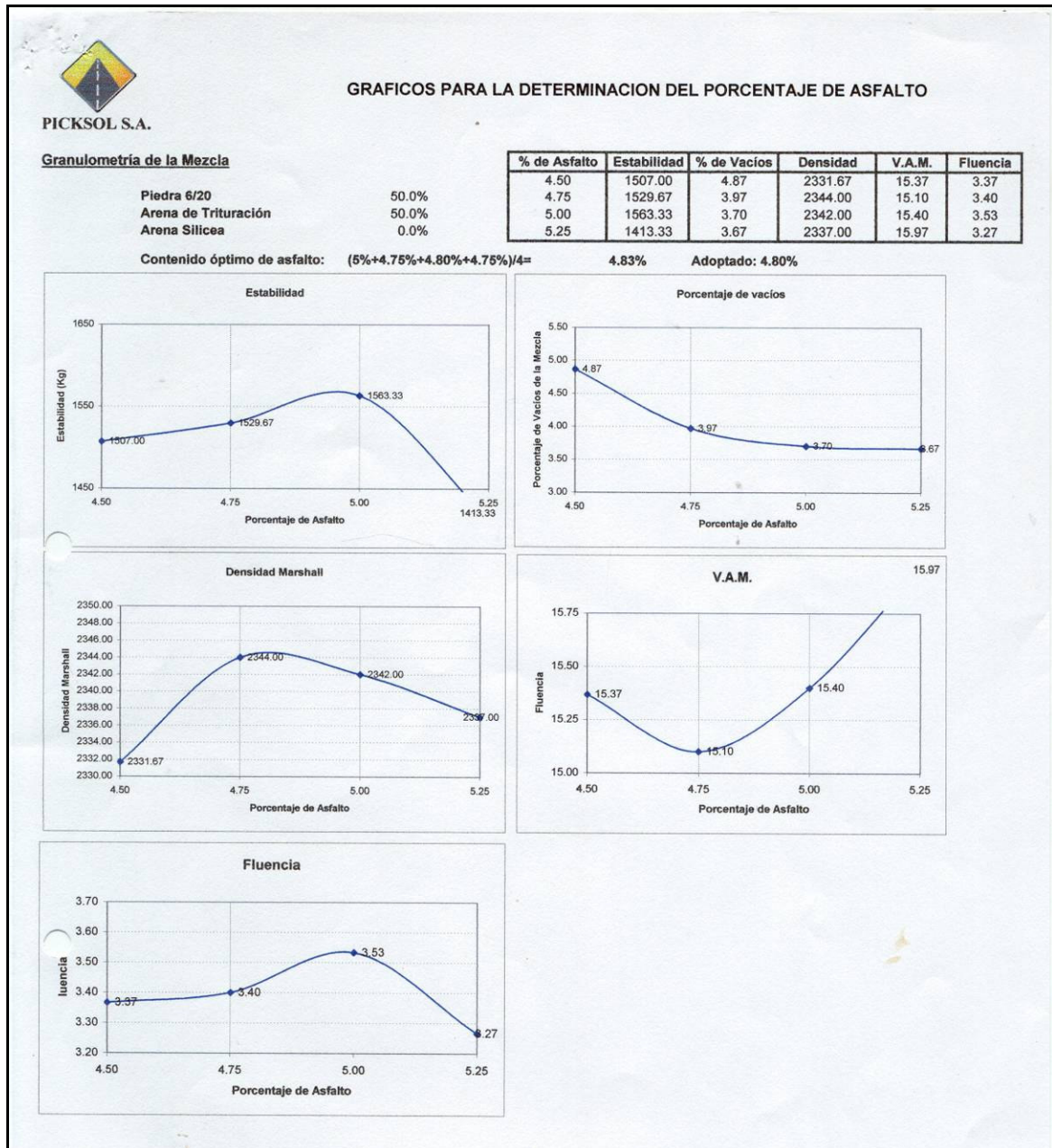
Para la capa de rodadura se utilizó cemento asfáltico modificado tipo AM3. Este asfalto contiene un 5% de polímero SBS (estireno buta estireno) y está recomendado para capas de rodadura de alto rendimiento debido al efecto elástico que aportan los mencionados polímeros.

Para el riego de imprimación se utilizó Emulsión catiónica de corte medio tipo C1 de Shell y para los riegos de liga se utilizó emulsión de corte medio tipo CRR1 de Shell.

Proyectos de Mezcla:

Para el diseño de las mezclas, tanto para la base negra como para la capa de rodadura, se utilizó el Método Marshall. Este método, que permite optimizar el contenido de ligante de una mezcla y además conocer su estabilidad y trabajabilidad, no pone en evidencia las características elásticas que se logran en las mezclas preparadas con asfaltos modificados por lo cual se utilizó, para medir las deformaciones de este tipo de mezclas, el "Wheel tracking test" (WTT), realizado en el laboratorio de la Dirección Nacional de Vialidad.

Figura 4. Diseño de la mezcla



PUESTA EN PRACTICA DE LOS CONTROLES EN EL MARCO DE UN SGS

Una empresa certificada según la Norma ISO 9001:2000 debe cumplir con los distintos capítulos de la norma, entre ellos la realización del producto cap. 7. Dentro de este capítulo de la norma la organización planifica y desarrolla los procesos necesarios para la realización del producto.

Establece procesos, documentos, determina las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayos/prueba específicos para el producto así como los criterios de aceptación del mismo. La organización determina los requisitos especificados por el cliente para el producto. Determina los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos establecidos.

Determina e implementa disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes relativas a información sobre el producto, a las consultas o pedidos, incluyendo modificaciones y la retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas.

Dentro del proceso de compras describe el producto a comprar asegurándose los requisitos que debe cumplir y verifica los mismos a través del establecimiento e implementación de actividades de inspección u otras actividades necesarias.

En el marco de los trabajos asignados se implementó y efectuó el seguimiento de las actividades antes mencionadas teniendo en cuenta la documentación de los Sistemas de Gestión de las empresas participantes adaptándolos a los requerimientos de control para la obra en cuestión.

Etapas previas:

1. Análisis de pliego y especificaciones

La perfecta lectura y comprensión de los documentos que integran el contrato de una obra es la etapa previa a todo inicio que involucre a cualquier actividad de la misma.

En esa lectura encontramos las especificaciones y requisitos que debe cumplir la obra en cuestión.

2. Definición de las normas a aplicar

Especificación Técnica es un documento que define las características que se requieren de un producto o de un servicio.

Norma es una especificación técnica o documento accesible al público, establecido por el consenso de todas las partes interesadas, aprobado por un organismo calificado a nivel nacional o internacional, y cuyo cumplimiento no es obligatorio.

Para la verificación de las especificaciones se debe contar con una normativa adecuada a los equipos de control disponibles en obra y actualizada con la versión vigente o aclarada en el pliego de condiciones.

En el caso de esta obra, de acuerdo a los requerimientos de las especificaciones técnicas de proyecto, se efectuó un listado de las normas a aplicar en su versión actualizada.

3. Procedimientos y registros asociados

Un **Plan de calidad** es un documento que especifica qué **procedimientos** y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico. Un **procedimiento** es una forma especificada para llevar a cabo una actividad o proceso. Dicha actividad queda evidenciada a través de documentos denominados **registros**.

Para esta obra se definieron los procedimientos y registros asociados, de acuerdo al Plan de Calidad, estableciéndose un listado y una matriz de los mismos.

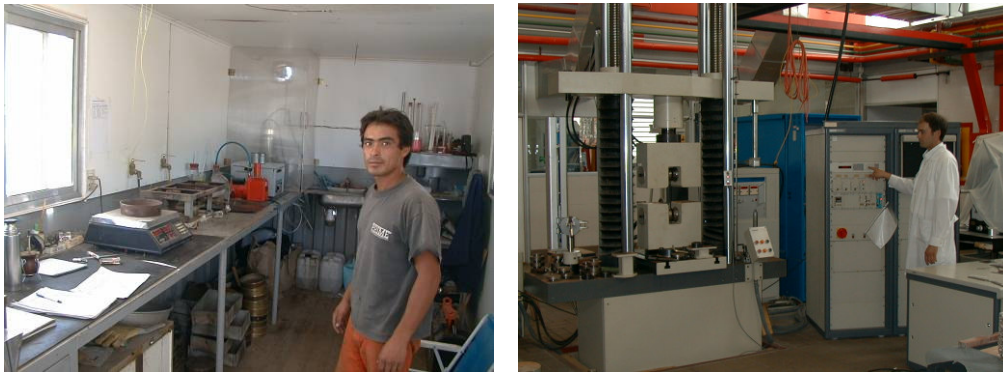
4. Verificación del Laboratorio de Obra

Laboratorio de Obra es el lugar físico donde se encuentran los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de conformidad del producto con los requisitos exigidos.

En el laboratorio instalado en la obra se verificó la existencia de los equipos necesarios para hacer los controles de calidad de las materias primas y del producto terminado según lo establecido por el Plan de Calidad. Cuando fue necesario hacer ensayos con equipamiento especial se recurrió a Laboratorios externos reconocidos y/o acreditados.

Para asegurar la validez de los resultados, fue verificado el estado de calibración del equipamiento a utilizar y las condiciones de manipulación, mantenimiento y almacenamiento.

Figura 5. Laboratorio de obra y laboratorio externo



CONTROLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

La organización hizo un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplieron los requisitos del mismo. Esto se realizó en todas y cada una de las etapas del proceso de realización del producto de acuerdo con las disposiciones planificadas.

Se mantuvo evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación a través de los registros que indican las personas que autorizan la liberación del producto.

En el caso en que el producto no fue conforme con los requisitos se identificó y controló de acuerdo al procedimiento documentado para el tratamiento de las No Conformidades y Acciones Correctivas.

La aplicación de este procedimiento nos permitió:

1. Tomar acciones para eliminar la no conformidad detectada
2. Autorizar el uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y de conformidad con el cliente.
3. Tomar acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto.
4. Revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes)
5. Determinar las causas de las no conformidades,
6. Evaluar las necesidades de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir,
7. Determinar e implementar las acciones necesarias,
8. Registrar los resultados de las acciones tomadas,
9. Revisar las acciones corregidas tomadas.

CONCLUSIONES

Planta Asfáltica

Figura 6. Planta asfáltica



No vamos a describir los conceptos básicos, y la maquinaria fundamental, necesarios en el suministro y mezclado de asfalto y agregados en las plantas mezcladoras, pero teniendo en cuenta que una planta debe trabajar de manera correcta con el fin de producir una mezcla que cumpla con las especificaciones de la Obra y que el corazón de la planta mezcladora de tambor es el mezclador en sí, destacamos la importancia de un control estrecho de la granulometría de los agregados de las tolvas frías, y del agregado y del asfalto que entran en el mezclador del tambor.

Nos referiremos a la importancia del mantenimiento de los componentes de una planta asfáltica. Durante la producción se detectó en determinado momento una mezcla con un contenido de cemento asfáltico incorrecto lo que dio origen a una mezcla visiblemente fisurada. Inmediatamente se emitió la No conformidad correspondiente, se analizó la situación y se buscaron las causas.

El sistema medidor de distribución de asfalto es un sistema mecánico continuo, el peso de agregado que va en el mezclador, tal como es medido por el sistema de pesaje de banda, es la base para determinar la cantidad de asfalto que debe ser descargada en el tambor por la bomba de asfalto. La cantidad de descarga de asfalto (litros por minuto) es aumentada o disminuida proporcionalmente, de acuerdo a la medida corregida de peso seco del agregado que está pasando sobre la báscula de banda (toneladas de agregado seco por hora. Estos dispositivos dosificadores deben ser revisados periódicamente para verificar su precisión.

En el caso analizado, se constató que la bomba del asfalto bombeó menos cantidad que lo requerido debido a la obstrucción de determinado filtro. Esto pone en evidencia la importancia de la verificación de los dispositivos de medición en todo momento así como el adecuado mantenimiento de los equipos de producción.

Equipo de compactación

La operación de compactación en las capas donde se utilizó asfalto convencional no se registró inconvenientes salvo los ajustes que se debieron realizar en la terminación de los bordes de la carpeta. Esto se logra efectuando una tarea manual con pisonés detrás de la terminadora.

Figura 7. Compactación de carpeta asfáltica

Como dato, en Uruguay se desarrolla esta actividad en la colocación de una carpeta desde siempre, no así en la Argentina, desde donde provenía la empresa constructora.

Para la capa de rodadura con asfalto modificado se trabajó con temperaturas de fabricación de la mezcla del orden de 180 °C y de colocación en el entorno de los 165 °C. Teniendo en cuenta la importancia de estas temperaturas para la trabajabilidad y compactación de mezclas realizadas con este tipo de asfaltos, se indicó a la empresa la necesidad de contar con equipo auxiliar en caso de rotura de los equipos en servicio, para prevenir un enfriamiento excesivo de la mezcla.

Las altas temperaturas de colocación de este tipo de mezclas también dieron origen a controversias en relación al uso de compactadores de ruedas neumáticas. Para la utilización de este tipo de maquinaria, en la que se debe tener en cuenta el calentamiento de los neumáticos para que no se pegue la mezcla, se realizaron pruebas en forma adecuada, lo que permitió mejorar o fortalecer la superficie asfáltica después que fueron completadas las operaciones de pavimentación.

Muestreos y ensayos

Para la extracción de muestras a ser ensayadas se establecieron los planes correspondientes.

Figura 8. Extracción de probetas

Determinados ensayos se realizaron en el Laboratorio de Campo, otros se derivaron a los laboratorios externos por tratarse de ensayos especiales o como en el caso de ensayos de contraste.

Previo a la utilización de nuevos materiales o mezclas asfálticas se construyeron tramos experimentales los que permitieron como en el caso de mezclas, experimentar con los equipos de compactación, determinación de la mezcla de asfalto entre otros.

Reuniones de coordinación

Queremos recalcar la importancia de las reuniones de coordinación en el marco del Plan de Calidad de la Obra.

El disponer de los registros del seguimiento de la misma, permitía en este tipo de reuniones el tratamiento de temas relativos a su marcha. También la discusión de problemas que normalmente se presentan en la obra y la búsqueda de la solución entre las partes involucradas. En armonía ingenieros, consultores, sobrestantes, laboratoristas, contratista, subcontratistas, directores de obras discutían y llegaban a una solución.

LECCIONES APRENDIDAS

En particular, la experiencia adquirida durante el desarrollo de la obra, nos ha aportado una serie de **lecciones aprendidas** que fueron incorporadas a nuestros conocimientos y que compartimos a continuación:

Enfoque sistémico del grupo de trabajo: hace posible comprender la interrelación de los diferentes factores (internos y externos) que inciden en la ejecución de la obra y conformar un equipo de trabajo multidisciplinario capaz de integrar las distintas perspectivas de la misma. Hemos realizado un proyecto aplicando una metodología referida a un enfoque sistémico. Todos tenemos una misma orientación, un objetivo común y funcionamos en forma correcta e interrelacionada.

Nos referimos a dos citas del enfoque sistémico que hemos aprendido: de Porter: “El adquirir ventaja competitiva exige que la cadena de valor de una empresa se gestione como un sistema y no como una colección de partes separadas” y de Peter Senge: “Un sistema es la totalidad percibida”.

Visión compartida: hacer lo que se necesita para alcanzar la finalización de la obra en el tiempo estipulado.

Plan de acción: planificamos las tareas de manera de orientar esos esfuerzos a la obtención de resultados rápidos y concretos.

Equipo de Trabajo: conjunto de personas que se necesitan entre sí para lograr los resultados. El diálogo y el consenso han sido instrumentos efectivos para avanzar en el desarrollo hacia la conciliación de los distintos enfoques presentados.

Liderazgo: El éxito de una actividad de grupo está directamente relacionado con la organización y la participación de los involucrados. Es de gran importancia la identificación de líderes cuando el trabajo es colectivo, pues se propicia un mejor direccionamiento de las acciones y una mejor división de los trabajos y responsabilidades.

Selección de actores: Definición de actores claves en lo técnico y lo político, desde el comienzo, para garantizar su éxito. En la comunidad, la credibilidad de las instituciones participantes es fundamental para su motivación.

Especialistas: Es importante que los miembros del equipo sean conscientes del significado potencial de la participación de los beneficiarios y de los aspectos socioeconómicos en el diseño del proyecto. El tener experiencia en proyectos similares es vital.

REFERENCIAS

Ejecución de una Obra Vial utilizado cemento asfáltico modificado en Fray Bentos, Uruguay

Autores: Ing. Rosario Chechile - Constructora Santa María

Ing. Jorge Grgich - LATU