

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES**

**CONVENIO DE COOPERACION TECNICA Y
CAPACITACION
MOPT - UCR**

INFORME DE AVANCE



**UCR - MOPT
NOVIEMBRE 1998 - FEBRERO 1999**

INDICE GENERAL DE CAPITULOS

- | | |
|-------------------|--|
| CAPITULO 1 | PRESENTACION |
| CAPITULO 2 | CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO |
| CAPITULO 3 | VERIFICACION DE DENSIDADES EN SITIO |
| CAPITULO 4 | AUDITORIA DE FUENTES DE AGREGADOS |
| CAPITULO 5 | UNIFORMIDAD DE LAS PLANTAS |
| CAPITULO 6 | AUDITORIA DE PROYECTOS |
| CAPITULO 7 | CONTROL DE PLANTAS |
| CAPITULO 8 | VERIFICACION DEL AUTO-CONTROL |
| CAPITULO 9 | REVISION DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS ESPECIALES (PMR-1998) |

CAPITULO 10

**PRUEBAS DE VERIFICACION DE LA
CALIDAD PARA MEZCLA ASFALTICA**

CAPITULO 11

**DESGLOSE PRESUPUESTARIO DE LAS
ACTIVIDADES REALIZADAS**

CAPITULO 1

PRESENTACION

INTRODUCCION

En el presente informe se sintetiza la labor del LANAMME en este proyecto piloto, en el período del 1° de noviembre de 1998 al 15 de febrero de 1999. Vale recordar que este proyecto se enmarca dentro del Convenio MOPT-UCR y tiene como meta formular un nuevo esquema de control de obras, que se fundamenta en el aseguramiento de la calidad, y en el uso eficiente de las inversiones que se hacen en estos proyectos.

Las premisas claves de este modelo de control, son las siguientes:

- El cartel debe ser preciso y suficiente en todas sus partes: alcance de los trabajos a ejecutar, especificaciones técnicas, plazos, garantías, manejo de seguridad y del flujo vehicular, sanciones específicas por incumplimiento, procedimientos precisos de verificación de incumplimientos, procedimientos de control de calidad, procedimiento de pago en función de la calidad, definición de brigadas, etc.
- El Contratista es responsable por la calidad, y debe determinar el nivel de calidad de los trabajos que realiza.
- Se definen las responsabilidades profesionales que competen a la Ingeniería de Proyecto: Inspector de Planta, Inspector de Obras, Ingeniero de Proyecto y Consultor. Cada uno de ellos tiene definidas las funciones que debe desempeñar durante la ejecución de las obras.
- Debe existir una definición clara de requisitos mínimos a exigir para dar inicio a un proyecto.
- Debe existir un procedimiento claro y requisitos mínimos para el trámite de estimaciones, bajo el concepto del aseguramiento de la calidad y pago en función de la calidad.
- Debe existir un procedimiento de verificación del auto-control que realiza el Contratista.
- Debe existir una Auditoría Técnica de carácter general, que sea garantía de que todos los proyectos se ejecutan con los mismos estándares de control.
- Debe existir un proceso permanente de control en la explotación de fuentes de agregados.
- Debe existir un proceso permanente de capacitación e intercambio de experiencias, para ir retroalimentando y perfeccionando el sistema de control de obras.
- Debe existir un compromiso Institucional de garantizar la calidad y la eficiencia en las inversiones en carreteras.
- Debe existir una metodología para la calificación de las empresas Constructoras y Consultoras.

Para hacer viable un nuevo esquema de control de obras, se hizo necesario implementar un programa de control de obras. Se decidió aplicar esta metodología a los proyectos de mantenimiento rutinario, en el cual se ha puesto en ejecución un proceso de transición, entre el antiguo esquema y la nueva propuesta de control de proyectos. Este es un proceso muy difícil de implementar, pues se deben erradicar prácticas y procedimientos que modifican algunos esquemas existentes, por ejemplo, este nuevo enfoque que incluye: el auto-control y la certificación de la calidad, la redefinición de funciones y responsabilidades profesionales, el nuevo esquema de pago en función de la calidad, la nueva formulación de los carteles, las exigencias en materia de seguridad y manejo de tránsito, etc.

Implementar estos cambios requiere de muchos esfuerzos y deben romperse esquemas antiguos muy consolidados.

Dentro de esta fase de implementación de un nuevo esquema de control de obras, se ubica el presente informe que cubre desde el estudio de los procedimientos de explotación de fuentes de materiales hasta la auditoría de proyectos, incluyendo la capacitación al personal involucrado en este proyecto piloto.

CAPITULO 2

CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO

2. CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO

2.1 ENTREVISTAS DE PERSONAL PARA CONTRATACION

Durante el mes de diciembre se revisaron y se definieron las funciones para todos los miembros del Programa de Mantenimiento Rutinario. Estas listas de funciones técnicas y actitudes de los ingenieros, los consultores y los inspectores fueron utilizadas para hacer las entrevistas de contratación para todos ellos con miras al año 1999.

Estas entrevistas de contratación son un paso fundamental en el arranque de funciones para definir la disciplina de trabajo que se requiere en este programa. También se definieron las normas de comportamiento y actitudes, así como las condiciones particulares de la contratación. Se dejó muy claro que las contrataciones son por servicios profesionales para realizar una labor correcta y como proveedores de servicios todos ellos deben aportar su póliza de riesgo y chaleco de seguridad cuando lo requieren en la carretera.

También se aclaró que aquel que no cumpla sus funciones adecuadamente no será renovado en el siguiente periodo. Igualmente, aquel que ofrece su vehículo y recibe compensación económica por esto, debe usar el vehículo siempre o de lo contrario no será renovado su contrato.

2.2 CHARLA DE INTRODUCCION GENERAL

Los nuevos inspectores e ingenieros fueron invitados a una sesión de introducción y motivación. En esta sesión se presentaron los esquemas generales de funcionamiento del programa y se comentaron los principios que se aplican en este programa para rescatar la práctica de mantenimiento y de la construcción de carreteras en el país. Una parte de la charla se dedicó a motivación y otra a discutir algunos cambios requeridos en la práctica de las obras viales. En los párrafos siguientes se anotan los temas generales discutidos.

2.2.1 Motivación de personal en el Programa de Mantenimiento

La charla de motivación para el personal nuevo del programa desarrolló las siguientes ideas con los funcionarios.

- Debemos rescatar las carreteras y pavimentos del país porque son un bien muy valioso y que todos requerimos para vivir. Si no hacemos mantenimiento rutinario las carreteras se pueden perder y reponerlas es mucho más costoso para todos.
- Nos corresponde rescatar la red nacional de carreteras con disciplina de trabajo y labor profesional responsable. Debemos superar la improvisación y la pereza en este sector y sustituirlas por planificación, entrenamiento constante y fundamento técnico-experimental.
- El mantenimiento rutinario de carreteras es una actividad muy importante para el país y es bastante complejo. No podemos seguir creyendo que es una actividad secundaria sin ninguna importancia. Por su complejidad requiere de bastante dedicación de los profesionales y técnicos viales. Tenemos que sacar el tiempo para estos proyectos.
- Debemos hacer un esfuerzo para motivar a todo el sector y que las empresas hagan ingeniería de carreteras y de materiales responsablemente. Se ha dejado de hacer ingeniería y planificación responsable y se ha permitido que la improvisación domine este sector.
- Debemos hacer que las empresas se motiven para cumplir responsablemente con todas las obligaciones del contrato firmado y del cartel de licitación. Para ello los consultores, ingenieros e inspectores debemos comunicarnos con eficacia y con respeto mútuo para sacar esta tarea adelante. Debemos fomentar el trabajo en equipo.
- Debemos motivar a las empresas para que controlen y midan la calidad de los materiales que producen o que compran para usarlos en obras públicas y también de sus procedimientos. Las fallas en una obra pública son una gran pérdida de dinero para todos y una molestia para muchos usuarios que pasan por las carreteras.
- Las empresas y el ente rector de las carreteras deben buscar las políticas de aseguramiento de la calidad (que no haya dudas sobre lo que se hace) en cada una de las etapas del proyecto (esto es, desde antes de la contratación hasta el finiquito de proyecto).
- Debemos rescatar el orgullo o valor de hacer las cosas bien. Esto debería ser motivo de orgullo empresarial y orgullo de los profesionales y técnicos. Hacer las cosas bien nos permite vivir en una sociedad más agradable y con más comodidad.
- Debemos mostrar una actitud justa pero firme con las empresas constructoras para rechazar todo lo malo, lo que no cumple con las especificaciones o tolerancias o lo que se hace contrariando los procedimientos que garantizan gran durabilidad.
- Las empresas constructoras no necesitan consideraciones especiales (no suframos del síndrome del probrecito), ellas tienen la libertad de la empresa privada para comprar y cobrar por lo que valen los trabajos que contratan y para dar buena calidad. El trato de las empresas debe ser justo y firme con base en los documentos firmados.

- Somos los ingenieros civiles e inspectores los llamados a hacer ingeniería y mantenimiento adecuado de las carreteras. Ni los abogados, ni los arquitectos ni los médicos, van a colaborar en esta labor. Nos toca solamente a nosotros con responsabilidad y con disciplina de trabajo el enderezar el rumbo de este sector de la construcción de Costa Rica.
- El verdadero profesional es el que hace las cosas bien, con fundamento técnico y se preocupa constantemente por mejorarlas, no es el que posee un título universitario. Por lo tanto, todos los técnicos e ingenieros debemos mostrar un comportamiento de profesionales verdaderos en el trabajo.
- “Lo que empieza bien tiene más posibilidad de terminar bien”, por lo tanto, es importante mostrar firmeza y rigurosidad a las empresas desde la primera reunión de pre-construcción (desde el primer día de trabajo) y durante todo el desarrollo del proyecto.
- Debemos formar un equipo de trabajo abierto para aprender y aprender constantemente. Necesitamos cambiar las ideas fijas por aprendizaje y apertura mental para la innovación tecnológica.

2.3 NUEVA ESTRATEGIA DE CAPACITACION

Los funcionarios de UNEPROVI solicitaron cambiar la estrategia de capacitación para desarrollarla en el propio sitio de labores de cada proyecto. En este sentido se elaboraron dos manuales sencillos para presentar los controles principales a los inspectores de planta y de campo. Estos manuales básicos serán distribuidos en enero a todos los funcionarios y se presentan en el anexo 2 A. También se desarrollaron algunos panfletos de bolsillo para los inspectores con ideas adicionales y complementarias sobre sus funciones.

2.4 CAMBIOS EN EL NUEVO MODELO

El nuevo modelo de control de obras viales requiere de cambios de procedimientos y de actitudes en todos los partícipes del proceso de construcción de obras viales. A continuación se presentan algunos de estos cambios que se han comentado con el personal.

<p>SITUACION QUE SE EVITA: NO HACER INGENIERIA</p> <p>(lo que debe evitarse porque le produce pérdidas a la mayoría en Costa Rica)</p>	<p>NUEVO MODELO: HACER INGENIERIA RESPONSABLEMENTE</p> <p>(lo que se busca que suceda con un nuevo modelo de disciplina de trabajo para ahorrar recursos)</p>
<p>La empresa constructora no se preocupa realmente por la calidad de sus materiales. Tampoco se preocupa de organizar procedimientos en sitio.</p>	<p>El contratista es el responsable de la calidad de obras y materiales y debe vigilarla constantemente para ofrecerle un buen producto al cliente. Deben planearse las labores de construcción y mantenimiento.</p>
<p>La inspección se hace como un policía que vigila que la empresa no cometa irregularidades</p>	<p>El contratista debe demostrar con toda confianza a la inspección e ingeniería de proyecto que se cumple con todos los requisitos técnicos del contrato. Esto debería ser motivo de orgullo empresarial para el contratista.</p>
<p>La empresa constructora no hace realmente ingeniería de carreteras ni de materiales y solamente se limita a cobrar las facturas lo más pronto posible.</p>	<p>Los contratistas deben hacer ingeniería de carreteras todos los días y en todos las fases del proyecto. Esto significa contar con personal entrenado para controlar materiales, controlar procedimientos, controlar y cambiar maquinarias, proteger a los usuarios de la carretera, cumplir con todas las especificaciones de proyecto, etc. Debe existir el orgullo por "hacer las cosas bien".</p>

<p>Se pagan por las obras sin imponer realmente su calidad ni su durabilidad. Los certificados de calidad a veces son un auto-engaño.</p>	<p>El pago se realiza en función de la calidad que se mide con procedimientos aceptables, y si no es suficiente, se pueden rechazar totalmente las obras (no se pagan). Se aplican procedimientos estadísticos de aseguramiento de calidad.</p>
<p>El contratista ejecuta trabajos en contra de las indicaciones de la inspección y luego el laboratorio oficial de la administración debe realizar ensayos para determinar la calidad de estos trabajos.</p>	<p>El contratista debe siempre realizar procedimientos aceptables conforme a especificaciones. Los trabajos "a riesgo del contratista" no pueden ser aceptados. Si esto ocurre, el ingeniero de proyecto puede indicar los ensayos que el contratista debe realizar para demostrar que estas obras sin autorización son aceptables.</p>
<p>El contratista empieza a colocar mezcla sin presentar el informe de diseño y su ajuste a planta para su revisión y posible aprobación. En general, ignora la utilidad del mismo.</p>	<p>El contratista debe conocer muy bien la finalidad del diseño de mezcla. La fórmula de trabajo de planta y el diseño de mezcla completo, con el detalle de todos sus componentes, debe ser presentado en forma previa al inicio de labores.</p>
<p>El contratista toma muestras y reporta resultados con muy poco control técnico de su cantidad. Tampoco reporta la técnica utilizada para ensayar ni la toma de la muestra.</p>	<p>El contratista debe registrar cada muestra en una bitácora de muestreo oficial de la administración. Solamente son válidos los resultados de ensayos registrados en esa bitácora. El contratista o su laboratorio deben preocuparse de este proceso de registro.</p>
<p>Los certificados de calidad actuales no se preparan con suficiente rigurosidad ni con responsabilidad profesional, por lo tanto, no garantizan realmente la calidad.</p>	<p>Los certificados de calidad deben ser emitidos como informes profesionales para cada periodo de trabajo. Debe analizarse el cumplimiento de tolerancias y especificaciones según los códigos y el cartel.</p>
<p>El contratista no hace auto-control de calidad ni sabe cómo hacerlo.</p>	<p>Debe reconocerse la importancia de esta labor para detectar fallas a diario y corregir las desviaciones que permitan producir calidad. Si no se hace, no se puede pagar nada por las obras porque no tienen garantía.</p>

<p>El contratista no se preocupa por la uniformidad de los materiales. Solamente presenta ensayos ocasionales.</p>	<p>Se deben rescatar los controles frecuentes y los gráficos de seguimiento de las propiedades medidas.</p>
<p>El inspector realiza mediciones de la cantidad de obra realizada en campo, y el ingeniero de proyecto no supervisa la forma de medir ni su exactitud.</p>	<p>El ingeniero de proyecto debe coordinar con el inspector para medir correctamente las obras realizadas y revisar la labor del inspector.</p>
<p>El inspector da una indicación al contratista y el ingeniero de proyecto la desconoce y no la apoya. Esto deteriora la actividad de inspección.</p>	<p>El inspector y el ingeniero deben trabajar en forma coordinada. Deben ponerse de acuerdo sobre todos los aspectos de inspección con respeto mutuo. Ambos deben apoyarse mutuamente en su trabajo para bien del país.</p>
<p>El contratista no aplica los reglamentos de seguridad vial ni maneja el tránsito en forma adecuada.</p>	<p>El contratista por su propia responsabilidad y por respeto a los usuarios de la carretera debe aplicar permanentemente las disposiciones del reglamento vigente. Debe entender que es parte de su responsabilidad.</p>
<p>El contratista no alerta a los conductores ni maneja correctamente los flujos de vehículos.</p>	<p>Los banderilleros del contratista deben manejar con seguridad los flujos de carros. Debe ser personal entrenado para este fin.</p>
<p>El contratista asigna maquinarias y equipos malos u obsoletos para las labores, en contra de lo indicado en el cartel. O los presenta y los retira del proyecto en forma frecuente y antojadiza.</p>	<p>El contratista responsablemente debe aportar permanentemente los equipos que ofrece para realizar una labor de buena calidad. La inspección registrará estos problemas y no aceptará obras hechas con equipos malos u obsoletos.</p>
<p>El contratista cambia frecuentemente los agregados, asfaltos, fuentes, etc. de la fórmula de trabajo de planta. (es decir, no la respeta).</p>	<p>El contratista y el productor de mezcla deben comprender y respetar la fórmula de trabajo permanentemente. Deben entrenar al personal del planta para garantizar una fórmula constante para la mezcla, ya que esto garantiza más durabilidad.</p>

<p>El contratista envía mezcla de alto rendimiento que no recibe autorización de planta a los proyectos.</p>	<p>El contratista debe entender que la mezcla deficiente perjudica su labor porque no tiene durabilidad suficiente y porque será rechazada.</p>
<p>El contratista no se preocupa de la compactación de la mezcla y la deja a criterio del operario del contratista.</p>	<p>El contratista realiza ensayos previos de compactación para conocer la cantidad precisa de pasadas y todos los detalles para alcanzar la especificación. Debe preocuparse de no sobre-compactar y de no sub-compactar. Ambas son importantes para que la mezcla sea duradera y solamente se logra con personal entrenado.</p>
<p>El contratista no vigila la temperatura de mezcla en el sitio y no la maneja correctamente para evitar la segregación de gruesos y finos.</p>	<p>El contratista debe hacer la función de vigilar la temperatura por su cuenta con su personal para garantizar un trabajo bien realizado. Aquí también debe realizar entrenamiento del personal.</p>
<p>La empresa no exige que el ingeniero residente permanezca en sitio y que asesore técnicamente las labores. No se hace ingeniería, solamente se controla la presencia del personal.</p>	<p>Los ingenieros residentes deben ser los líderes técnicos del proyecto entrenando al personal y delegando responsabilidades para hacer seguridad vial, colocación adecuada, limpieza efectiva, etc., según obligaciones del contrato. Deben coordinar con los ingenieros de proyecto.</p>
<p>El contratista no tiene y no usa la planilla de proyecto para registrar las labores diarias.</p>	<p>El contratista debe preocuparse de llenar este documento y utilizarlo como medio de comunicación técnica entre los ingenieros.</p>
<p>El contratista no se preocupa por el entrenamiento de personal ni de la conformación de cuadrillas y equipos.</p>	<p>En este punto, el contratista debe cumplir con exigencias del cartel todos los días en este punto. La inspección registrará estas fallas conforme ocurran para establecer sanciones.</p>

<p>El contratista cobra reajustes en forma automática sin utilizar el programa de obras para justificarlos correctamente.</p>	<p>Los reajustes se pagan con los índices de los meses en que debieron ser hechas las obras conforme al programa ofrecido. No se pueden pagar los reajustes con las fechas en que se hacen obras retrasadas respecto al programa ofrecido.</p>
<p>Se preparan los cartones de licitación a la carrera sin una adecuada planificación de especificaciones y sanciones. Nadie los revisa.</p>	<p>Los carteles y documentos de contrato deben prepararse con mucho rigor técnico. Estos documentos son los que protegen al Estado de un mal proyecto y facilitan la labor de inspección de las obras.</p>
<p>Cada ingeniero y consultor de proyecto trabaja en forma independiente sin responder al MOPT por su labor y sin orgullo por hacer las cosas bien.</p>	<p>Se requiere establecer una auditoría técnica general de proyectos dentro del MOPT para asegurar que todo profesional cumple con los códigos y normas del contrato en forma fehaciente. También se requiere motivación e incentivos del personal para hacer las cosas bien.</p>
<p>No se capacita a los funcionarios frecuentemente en ingeniería y/o en la administración de proyectos.</p>	<p>Esta labor debe ser organizada y ejecutada en forma permanente dentro del MOPT para actualizar el conocimiento de sus funcionarios (técnicos e ingenieros). Deben establecerse incentivos relacionados con este entrenamiento.</p>
<p>El ingeniero de proyecto es nombrado a la carrera y desconoce de todos los controles, sanciones y condiciones del contrato y cartel de contratación que va a supervisar.</p>	<p>El ingeniero debe informarse de las condiciones del contrato y dominarlas para administrar correctamente su proyecto (antes de que empiece). Debe asesorarse con el ingeniero consultor para ello. El desarrollo correcto del proyecto depende mucho de una actitud responsable del ingeniero de proyecto.</p>

ANEXO 2 A

GUIA BASICA PARA EL INSPECTOR DE PLANTA

GUIA BASICA PARA EL INSPECTOR DE CAMPO



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO DE CARRETERAS, FUNCIONES Y ACTITUDES DE LOS INSPECTORES DE PLANTA



Elaboración:

Ing. Pedro Castro, MBA, MSC.

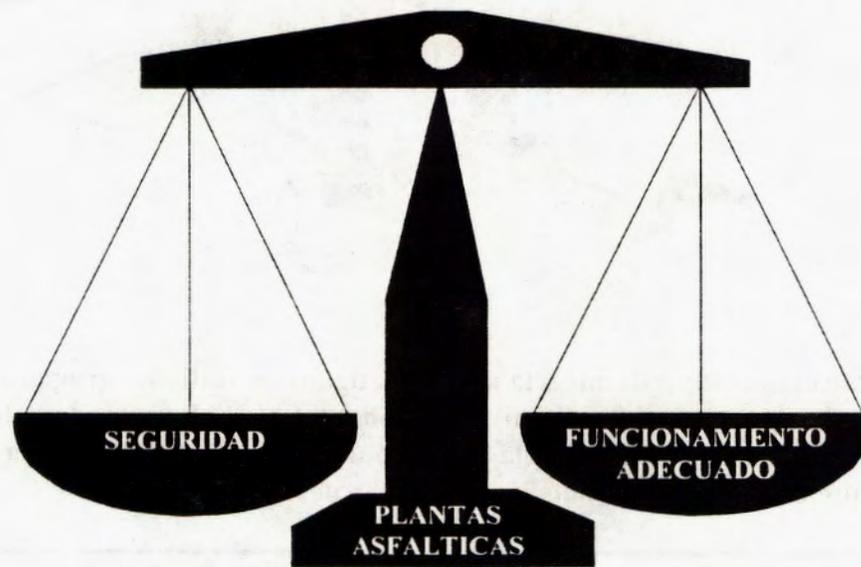
Equipo de apoyo y realización de ilustraciones

Asistente Roy Barrantes J.

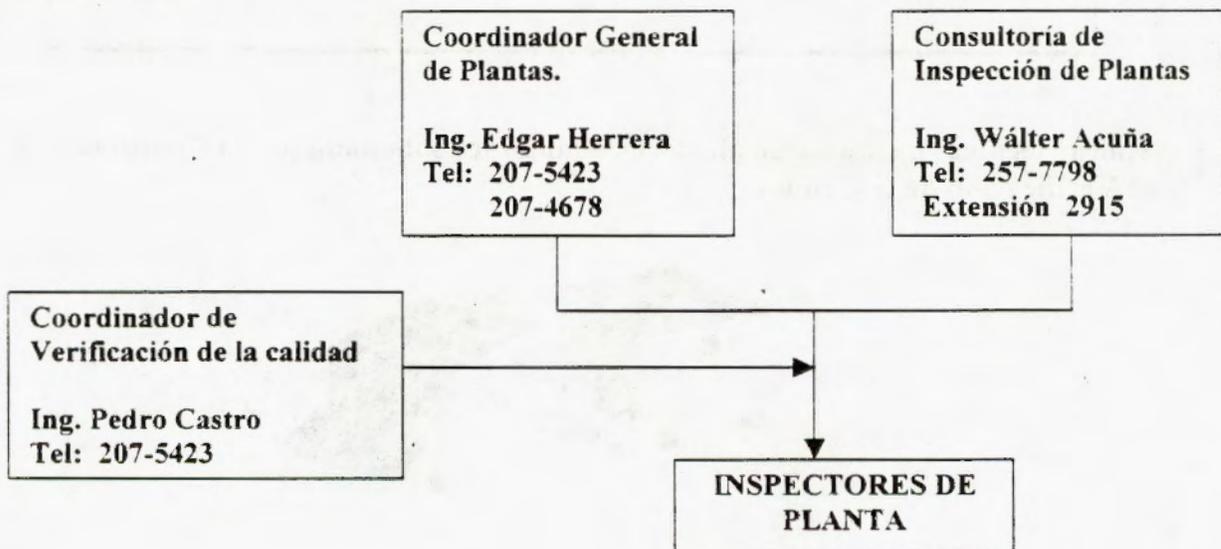
San José – Costa Rica
1999

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO DE CARRETERAS FUNCIONES Y ACTITUDES DE LOS INSPECTORES DE PLANTA

La labor del inspector de planta es fundamental para asegurar las condiciones de funcionamiento adecuado y en condiciones óptimas de seguridad, para las plantas procesadoras de mezcla asfáltica.

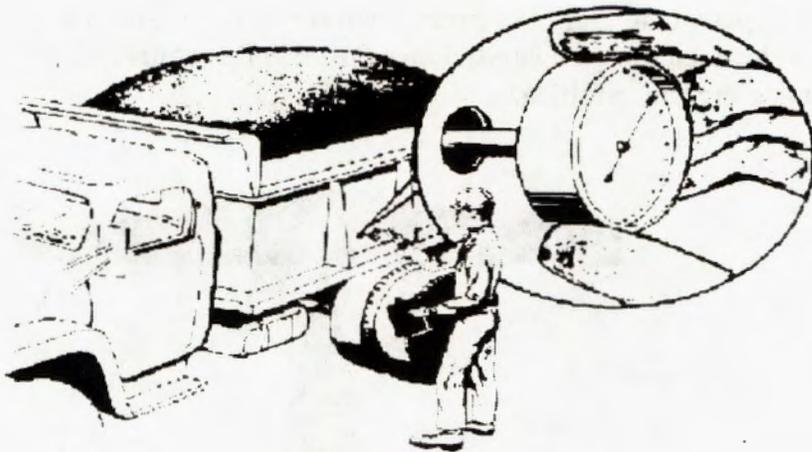


El inspector debe coordinar sus labores con la Coordinación General de Plantas y la Consultoría de Inspección de Plantas, además, deberá acatar las indicaciones generales de la Coordinación de Verificación de la Calidad en lo referente a políticas de muestreo.



Entre las funciones y actitudes del inspector de planta se encuentran:

- **Controlar periódicamente la temperatura de la mezcla asfáltica que se está produciendo.**

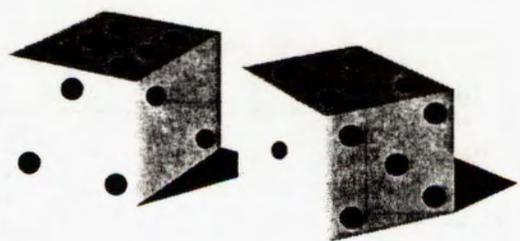


- **Realizar el muestreo de mezcla asfáltica, ligante asfáltico, agregado de bache seco o húmedo, agregado de apilamiento y combustible del quemador, de acuerdo con las disposiciones generales de la Coordinación de Verificación de la Calidad, tanto en lo que respecta a frecuencia, como en procedimientos.**

MEMORANDUM

Favor muestrear una de cada _____ vagonetas para cada proyecto.
_____ baches secos por semana

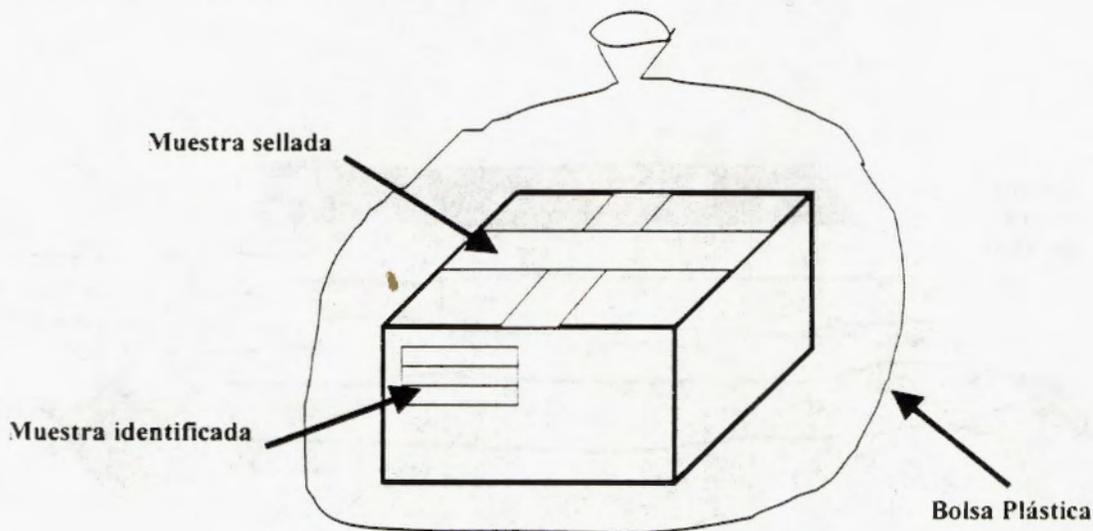
- **Aplicar técnicas de muestreo aleatorio, cuando sea solicitado por la Coordinación de Verificación de la Calidad.**



- Identificar claramente todas las muestras tomadas, indicando cuánta información esté disponible y especificando claramente el proyecto a que se refieren.

BOLETA DE MUESTREO	
Proyecto: San Ramón Oeste.	
Contratista: XX	Planta: X
Fecha: 1/3/00	Vagoneta: #####
Muestreador : Fulano De Tal	

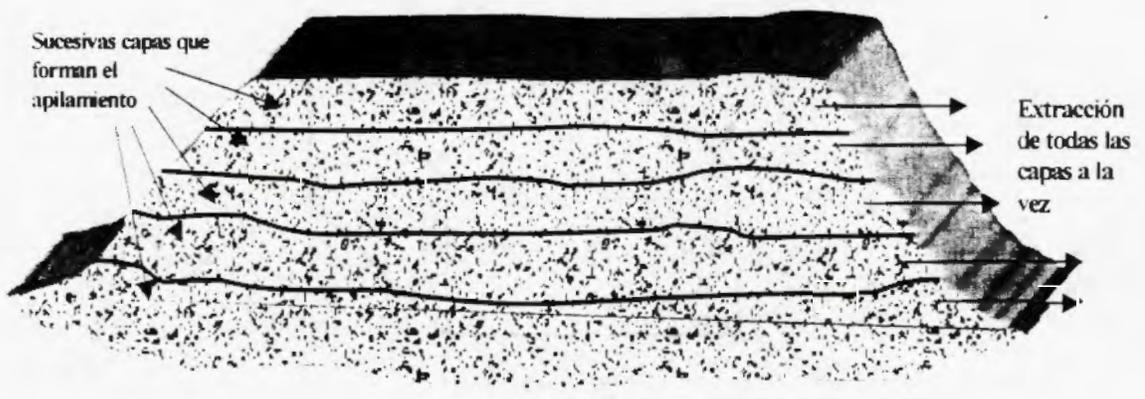
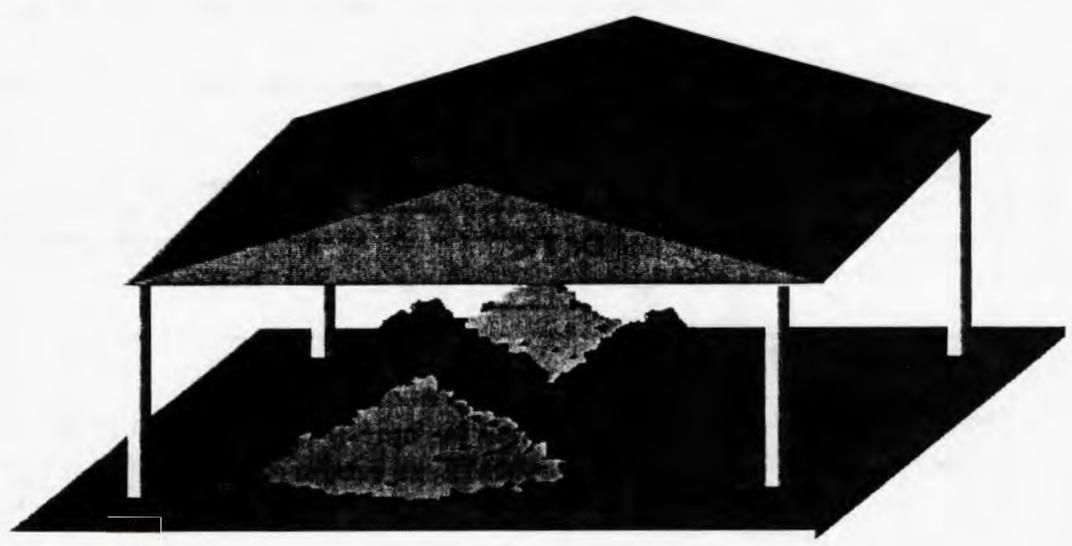
- Proteger las muestras tomadas, encargándose de que no sean contaminadas ni expuestas al intemperismo. Mientras las muestras no sean retiradas por los ingenieros de muestreo del LANAMME, su estado es responsabilidad del inspector de planta.



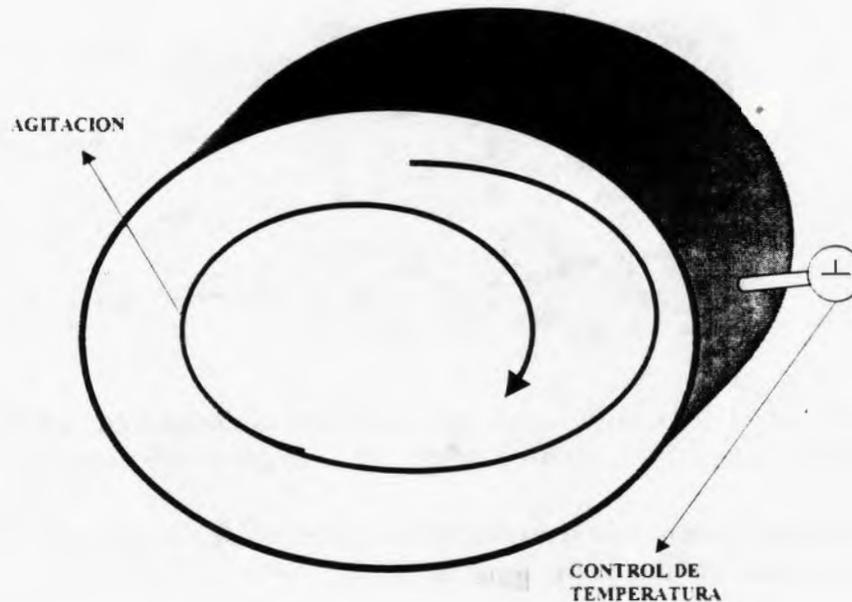
- Elaborar las guías de entrega de la mezcla asfáltica producida y despachada en planta, encargándose de llenar su contenido a conciencia y con elementos de juicio apropiados.
- Observar los muestreos de mezcla asfáltica, ligante asfáltico, agregado de bache seco o húmedo, agregado de apilamiento y combustible del quemador, que sean realizados por el contratista o su laboratorio dentro de las instalaciones de la

planta. Deberá responsabilizarse de que se introduzca la información respectiva en la bitácora de muestreo, de manera inmediata a la operación de muestreo y de manera realista.

- Observar y tomar anotaciones del manejo de los apilamientos de agregado en la planta.



- Tomar anotaciones regularmente sobre la temperatura del asfalto en los tanques, así como del agregado que está siendo procesado en la planta.

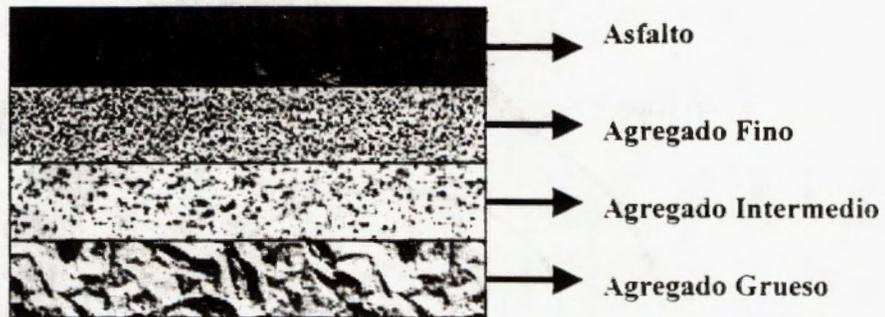


- Observar y tomar anotaciones del funcionamiento y calibración de los sistemas de calentamiento, control de temperatura y dosificación por peso en la planta asfáltica.
- Realizar las anotaciones del informe de control de plantas.



- Realizar evaluaciones periódicas sobre los acarreos de agregado para la planta, indagando su procedencia y características generales. Los cambios en la procedencia o tipo de agregado acarreado deberán ser reportados con la mayor brevedad al Coordinador General de Plantas.

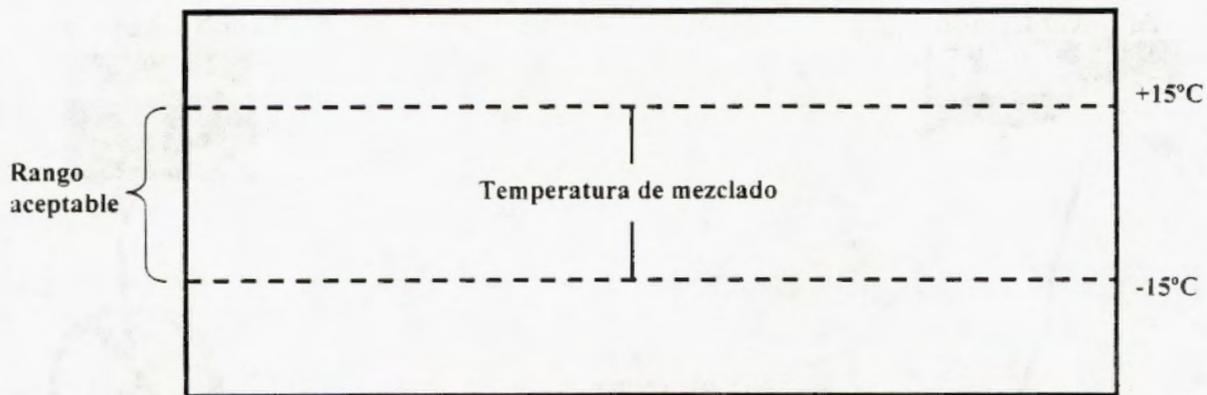
- Mantener registro de los cambios en la fórmula de trabajo (proporciones de cada tipo de agregado y de ligante asfáltico), reportándolos inmediatamente no sólo en los formularios de control de plantas, sino que también en forma verbal con el Coordinador General de Plantas.



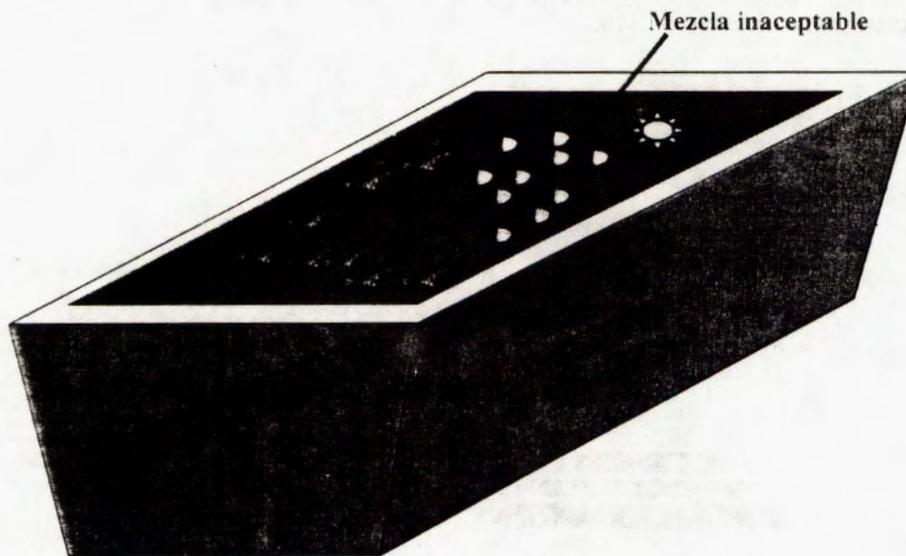
- Llevar un control de la cantidad de mezcla asfáltica despachada para cada proyecto particular. Dicho control será realizado preferiblemente por peso.
- Verificar las condiciones de seguridad en la planta y ser la primera persona en ponerlas en práctica (dar el buen ejemplo).



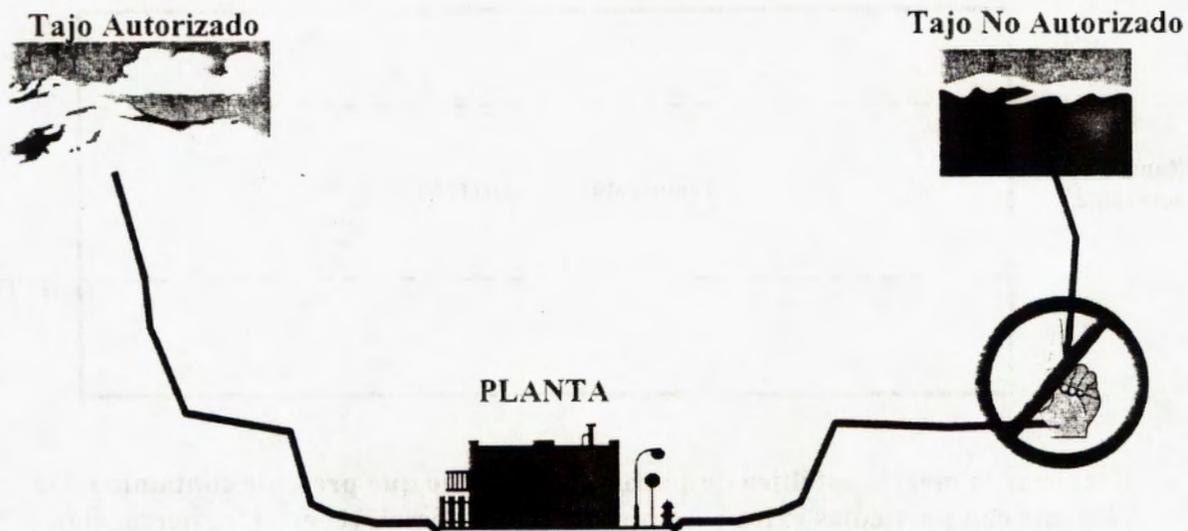
- Rechazar la mezcla asfáltica despachada en caso de que sea producida a una temperatura de 15°C por encima del máximo valor recomendado para el ligante asfáltico siendo utilizado, o a una temperatura de 15°C por debajo del mínimo valor recomendado para el ligante asfáltico siendo utilizado.



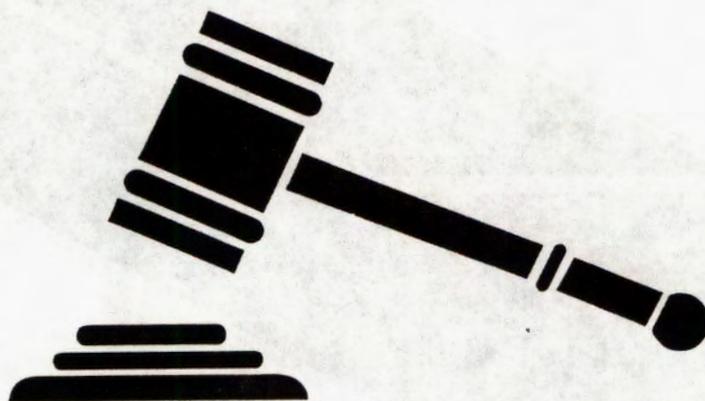
- Rechazar la mezcla asfáltica despachada en caso de que presente contaminación evidente con partículas extrañas (solventes como diesel, vegetación, tierra, etc), o en caso de que presente segregación extrema.



- Rechazar la mezcla asfáltica que sea producida con un tipo de agregado diferente al del diseño de mezcla o fórmula de trabajo vigente, que utilice agregado de otra procedencia a la del diseño de mezcla, o que represente un cambio radical a la fórmula de trabajo vigente (cambio en la dosificación de algún tipo de agregado en más de un 10 % o cambio en la dosificación del contenido de asfalto en más de 1.0 %).



- Ejercer la autoridad inspectiva en todos sus alcances. Debe representar una autoridad ante el contratista.



- Si el inspector no emite una guía de entrega, se entiende que hay rechazo de la mezcla y este trabajo no se paga ni se acepta, salvo que el ingeniero de proyecto reciba un documento con un sólido soporte experimental donde el contratista garantice su calidad.



- El inspector debe asegurarse de seguir los cuidados recomendados en el uso y mantenimiento de la termocupla, debiendo responsabilizarse porque sea calibrada periódicamente. Dicha calibración puede ser realizada con los ingenieros de muestreo del LANAMME o trayendo la termocupla a revisión en las instalaciones del LANAMME.
- Mantener una buena disciplina de trabajo todos los días.
- El inspector se retira (previa consulta con el Coordinador General de Plantas o con la Consultoría de Inspección de Plantas), cuando no se cumplan los procedimientos y controles mínimos del contrato.

RIP
TERMINOS
DE
REFERENCIA



- El inspector debe solicitar con adecuada anticipación sus necesidades de material para trabajar: cajas, formularios, boletas de muestreo, guías de entrega, termocuplas, etc. Dichas necesidades deben ser formuladas al Coordinador General de Plantas. (Tel: 207-5423 y 207-4678).



CONVENIO LANAMME U.C.R. - M.O.P.T

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO DE
CARRETERAS**



MANUAL BASICO DEL INSPECTOR DE CAMPO

ENERO 1999

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO

Manual básico del inspector de campo

Nota general: Definir en detalle cada uno de estos aspectos de control con el ingeniero de proyecto y el ingeniero consultor.

1. Seguridad Vial:

Todos los accidentes de tránsito se pueden evitar y se deben evitar. Es obligación de contratista prevenir los accidentes y responder legalmente por ellos si ocurren.

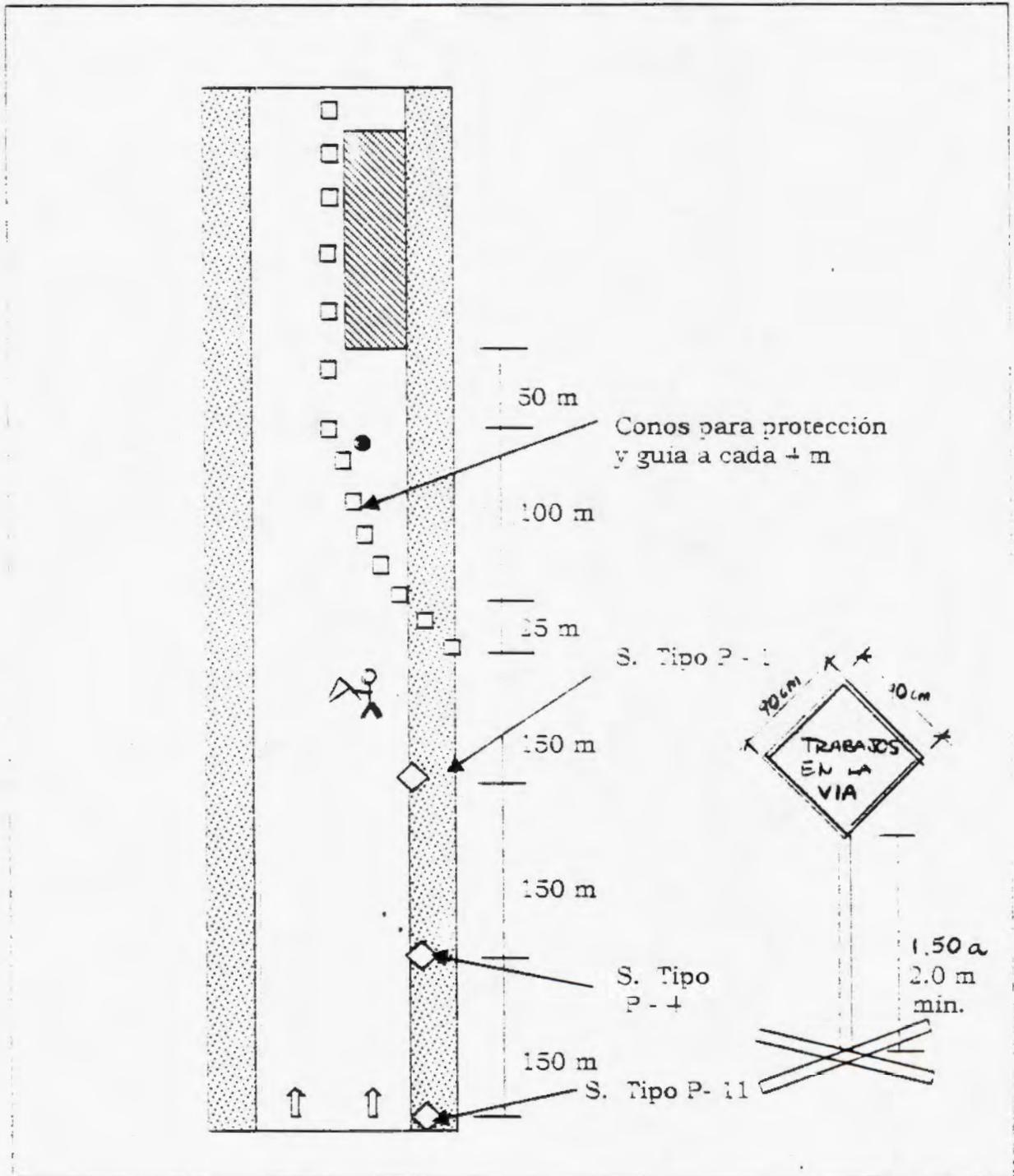
La seguridad vial debe ser la prioridad de trabajo en las carreteras cada día. No se puede impedir el paso de vehículos por la carretera, ni tampoco se debe retrasarlos excesivamente. La empresa debe manejar el flujo de carros con su personal.

Elementos necesarios

- **Chalecos reflectivos para todo el personal**
- **Banderilleros entrenados y con bandera toda la jornada**
- **Rótulos preventivos bien colocados de 90 x 90 cm o 122 x 122 cm, colocados a 1.50 o 2 m del piso y en lugar visible.**
- **Calles de baja velocidad: 2 rótulos a 30 y 80 metros de distancia**
- **Calles de alta velocidad: 3 rótulos a 50, 150 y 300 metros**
- **Rótulo de reduzca su velocidad para el área de trabajo**
- **Conos de 40 cm de altura o mayores para rodear el área de trabajo a cada 5 metros de distancia**

Esquemas de aplicación del sistema de seguridad

Cierre de carril derecho en carretera de dos carriles por sentido con divisoria de sentidos, vía con alto volumen de tránsito

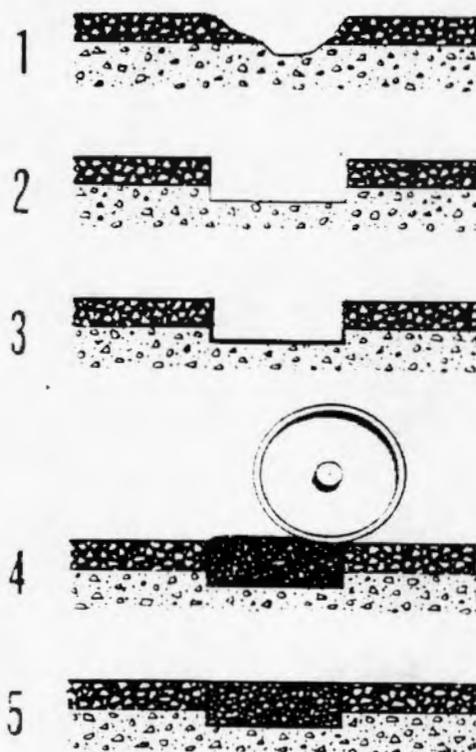


2. Instrucciones para bacheo

(definir los controles precisos en cada ruta con el ingeniero de proyecto)

- **Señalar bien el área de trabajo y manejar el tránsito**
- **Eliminar toda la humedad en la base (reponer si es necesario)**
- **Revisar la base y recompactar si se necesita**
- **Marcar las líneas de corte a 30 cm fuera del área deteriorada**
- **Solo se pueden cortar los baches con sierra**
- **Los cortes deben ser rectos y sanos (no usar picos ni perforadoras)**
- **El bache debe ser limpiado completamente de materiales sueltos**
- **El riego de adherencia debe cubrir los paredes verticales y el fondo totalmente (sin faltante y sin exceso)**
- **La mezcla se coloca con cuidado sin tirarla ni lanzarla**
- **Debe calcularse muy bien el exceso de espesor para compactar**
- **La mezcla debe compactarse antes que se enfríe rápidamente**
- **El nivel final compactado del bache debe ser igual al del resto del pavimento**
- **No se deben cerrar ambos carriles a la vez en las calles.**
- **Cualquier otro tipo de bacheo de menor durabilidad no debe ser aceptado ni se paga**

Todo procedimiento de bacheo requiere de mucho cuidado y habilidad constructiva para que sea duradero. La reparación a tiempo de la superficie del pavimento es fundamental para reducir los costos globales y mejorar la utilización del dinero destinado a las carreteras.

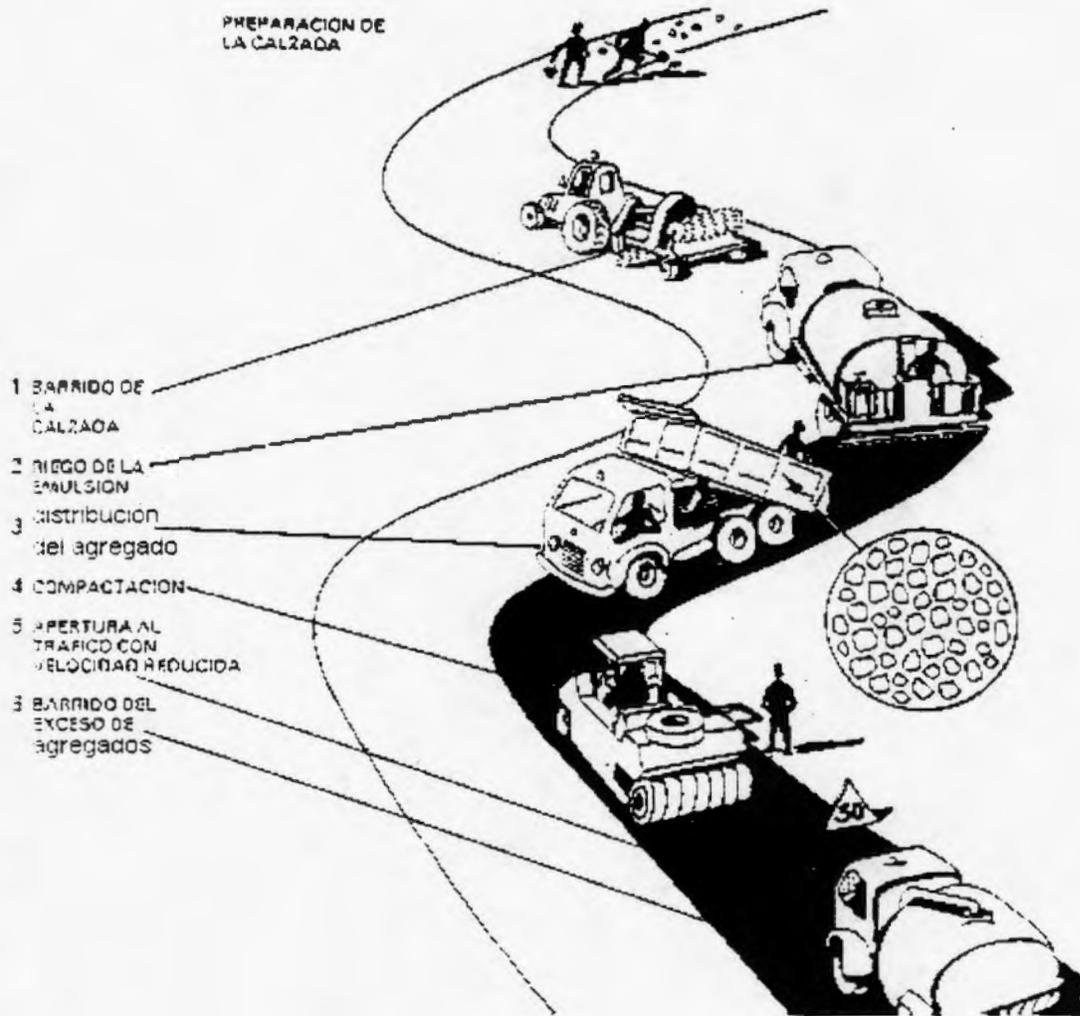


El esquema indicado de cinco pasos muestra un corte transversal de cómo se debe ejecutar el bacheo correctamente cuando ya existe un faltante de superficie o agujero. Los pasos numerados consisten en: 1) Delimitar el área deteriorada. 2) Eliminar el área dañada formando un bache de paredes rectas y sanas. 3) Imprimir con ligante asfáltico (emisión asfáltica) toda la superficie del bache. 4) Colocar la mezcla con un sobre-espesor para la compactación y 5) Compactar completamente la mezcla y dejar un acabado plano y continuo.

3. Instrucciones para sellos asfálticos

(Esta labor debe ser hecha en forma continua (sin retrasos). Los equipos se revisan previamente al igual que los materiales a usar).

- **Señalar y manejar bien el tránsito para aislar el área de trabajo**
- **Revisar el funcionamiento de los equipos principales: barredora, tanque distribuidor y distribuidor de agregado**
- **Bachear las zonas falladas correctamente**
- **Reparar las humedades y fugas de la base**
- **Marcar las distancias a recorrer y el trazo de las juntas**
- **Limpiar con barredora mecánica toda el área (justo antes de hacer el riego)**
- **Hacer el riego inmediatamente y comprobar la tasa de distribución del riego**
- **Distribuir el agregado y comprobar la tasa de distribución de los agregados**
- **Compactar inmediatamente con equipo adecuado**
- **Proteger del tránsito por una hora**
- **Barrer los materiales sueltos y recogerlos**
- **Abrir el tránsito una hora después con velocidad máxima de 25 kph**
- **Si los equipos no están en buenas condiciones, el sello no se puede realizar ni aceptar.**



Esquema de ejecución de un tratamiento superficial sobre un pavimento existente.

4. Otros asuntos

(conversar y definir con el ingeniero de proyecto y el consultor)

- **Informar al Lanamme donde se está laborando en el informe diario y hacerlo llegar con rapidez**
- **Las faltas menores a la seguridad vial se reportan en la bitácora a diario**
- **Las faltas mayores en la seguridad vial impiden trabajar durante el día (no aceptar trabajos sin seguridad)**
- **La mezcla sin boleta no se puede recibir**
- **La termocupla se debe calibrar cada mes o más a menudo en el Lanamme**
- **La mezcla que se enfría en sitio no se acepta**
- **Si el compactador no vibra, los baches hechos no se aceptan**
- **Si le ponen diesel al rodillo del compactador, se rechazan estos baches**
- **Toda herramienta con diesel debe secarse con trapo antes de entrar en contacto con la mezcla**
- **Si llueve, no se coloca la mezcla (excepto la vagoneta que está en sitio) y solamente si la lluvia termina se podría colocar más mezcla.**
- **Los escombros deben eliminarse todos los días y deben ser señalizados con rótulos preventivos si permanecen cerca de la carretera**
- **Revisar las boletas de despacho de mezcla de cada vagoneta. Anotar la temperatura medida y firmar aceptando su llegada.**

Anote el sitio donde se coloca la mezcla para las vagonetas que fueron muestreadas (lo indica la boleta).

- **Medir las temperaturas de llegada y al empezar a compactar los últimos baches. Debe rechazarse la mezcla fuera de rango aceptable de temperaturas.**
- **Rellenar el formulario de toma de muestras cuando se observó la toma oficial de muestras del laboratorio privado. Si no se observó no se puede definir el código.**
- **Anotar las horas de permanencia del ingeniero residente del contratista en el sitio de trabajo.**
- **Todas las semanas debe haber control de compactación de parte del laboratorio privado del contratista. Reportar cada semana si se observó este muestreo en campo.**
- **Comunicarse frecuentemente con el ingeniero de proyecto para definir los controles del proyecto (cosas que se aceptan y cosas que no se aceptan).**
- **Revisar las maquinarias y equipos y rechazar los que no funcionen adecuadamente o que no permanecen en sitio. Reportar esto diariamente al ingeniero.**

CAPITULO 3

VERIFICACION DE DENSIDADES EN SITIO

3. VERIFICACION DE DENSIDAD EN SITIO

Durante el mes de diciembre casi no hubo actividad entre las empresas contratistas que tienen contratos cortos de bacheo. En consecuencia, no se realizaron verificaciones de densidad en estos días. Se consultó con los ingenieros de proyecto y no solicitaron la respectiva verificación de densidad debido a la poca cantidad de obra realizada.

Por otra parte, se prepararon soportes para rótulos de seguridad vial que permitan mayor visibilidad de los mismos para el trabajo de las cuadrillas de verificación de densidad. Estos nuevos soportes permiten mantener el rótulo a 1.50 metros del nivel de suelo, conforme a lo que establece el reglamento respectivo. Finalmente, también se realizaron algunas compras de herramientas y utensilios menores que permitan a las cuadrillas de verificación realizar un trabajo seguro y confiable en forma independiente para perforación y toma de densidad con el aparato nuclear.

En enero se empezaron a generar nuevos resultados de comprobación de densidades en sitio en los proyectos que iniciaron labores rápidamente. El método de verificación ha consistido en tomar 5 núcleos y 17 densidades por cada proyecto en un tramo escogido como verificación. Estas cifras son las cantidades mínimas que permiten obtener datos confiables de promedio y desviación estándar para tratar de caracterizar estadísticamente el tramo que se analiza. La densidad obtenida por el densímetro se corrige con el factor de calibración promedio de los núcleos. Luego se compara este valor calibrado con el valor de densidad Marshall del diseño de mezcla suministrado para determinar el grado de compactación. Según las especificaciones de proyecto, el grado mínimo de compactación debe ser de 95% de la densidad Marshall.

En cada tramo se establece el valor promedio de densidad y su desviación estándar. Luego se determina el grado de cumplimiento de la especificación en dicho tramo, esto es, el cociente entre la cantidad de mediciones que cumplen la especificación de 95% de densidad sobre la cantidad total de ensayos.

En pocos proyectos, el contratista ha realizado el ensayo previo de la compactación para determinar la cantidad óptima de pasadas de su equipo. Algunos de estos ensayos se han realizado varias semanas después de iniciar labores de bacheo (lo cual es algo irracional para una empresa constructora de carreteras).

Los datos respectivos de verificación de varios proyectos se presentan en el anexo 3 A de esta sección. Se ha hecho énfasis con los ingenieros de proyecto que estos datos no son suficientes para tramitar una estimación de pago y que deben solicitar muchos más a las empresas constructoras.

ANEXO 3 A

**DATOS DE DENSIMETRIA EN SITIO PARA LOS
INGENIEROS DE PROYECTO**

**VERIFICACION
REALIZADA POR EL LANAMME**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO
VERIFICACION DE COMPACTACIONES

Ruta # 212	Fecha: 20-ene-99
Tramo: San Antonio(R. 210) - Patarrá (Plaza, Iglesia)	Hora: 11:00 AM
Sección de control: 10271	Densímetro # 2031
Contratista: M y S Planta: MECO	Licitación # 25-98
Fecha de inicio de construcción: 13-ene-99	Zona # 1.1

Estación 0+000: Muñeco en San Antonio
Estación Final: 2+645

Resumen de datos de densidades

Promedio General: 2227
Máximo registrado: 2375
Mínimo registrado: 2098
Desviación Estándar: 92.90

Observaciones

Personas presentes:

Ingeniero Consultor: Alfonso García
Ingeniero de proyecto: Carlos Villalta
Inspector de LANAMME: Jorge Mora y Olman Alvarado
Ingeniero del LANAMME: Daniel Solís
Representante de Contratista: Mauricio González
Representante del laboratorio:

Características

Tonelaje de compactador: 1.5 ton
Hay vibración: SI
Número de pasadas: 7
Espesor máximo de bache o carpeta: 7 cm
Temperatura antes de compactar: 120 °C
Acabado superficial del bache:
Tipo de distribuidor de asfalto: Aspensor

Comentarios respecto a la ejecución del proyecto:

El laboratorio del Contratista (CACISA) recomendó compactar a 85 o 90 grados centígrados. Este dice que a más de 90 °C la mezcla se desplaza.

Los inspectores del LANAMME tienen la orden de no compactar a menos de 100 °C.

Densidad de Diseño: 2334

Vacios: 4.1%

Copia al inspector: SI

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO
RESULTADO DE VERIFICACION DE COMPACTACION EN SITIO

Ruta # <u>212</u>	Fecha: <u>20-ene-99</u>
Tramo: <u>San Antonio - Patarrá</u>	Hora: <u>11:00 AM</u>
Sección de control: <u>10271</u>	Densímetro # <u>2031</u>
Contratista: <u>M y S</u> Planta: <u>MECO</u>	Licitación # <u>25-98</u>
Fecha de inicio de construcción: <u>13-ene-99</u>	Zona # <u>1.1</u>
Estación 0+000: <u>Muñeco en San Antonio</u>	
Estación Final: <u>2+645</u>	
Profundidad de medición: <u>6.0 cm</u>	Tiempo: <u>1 min</u>
Densidad Optima Marshall (kg/m³): <u>2334</u>	No. de lecturas: <u>3</u>
Método de muestreo: <u>Números Aleatorios</u>	Parámetro #1: <u>0.15%</u>
Uso de arena: <u>SI</u>	Parámetro #2: <u>0.29%</u>

Estación	# bache	Densidad (kg/m ³)		Espesor del núcleo (cm)	Factor de calibración	Densidad calibrada (kg/m ³)	% de compactación
		Prom.Nuclear	Núcleo				
0+120	1	2086	2176	5	1.04	2176	93
0+250	2	1977	2228	10	1.13	2228	95
0+275	3	2164				2315	99
0+300	4	1999				2139	92
0+550	5	2162				2313	99
0+575	6	2108	2253	12	1.07	2253	97
0+590	7	2220				2375	102
2+600	8	2148	2307	8	1.07	2307	99
2+580	9	2039				2182	93
2+630	10	1975				2113	91
2+645	11	1961	2245	8	1.14	2098	90
Promedio		2076	2242	8.40	1.07	2227	95
Desv.Std.		91	47	2.68	0.00	93	4
Máximo		2220	2307	12.00	1.07	2375	102
Mínimo		1961	2176	5.00	1.07	2098	90
Grado de Cumplimiento para 95% de compactación:							0.55

NOTAS:

- a) Para el cálculo del Factor de calibración se elimina el núcleo 1, pues midió solamente 5 cm, y el densímetro midió a 6 cm.
- b) El núcleo 2 y 5 se elimina para el cálculo del factor de calibración.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO
VERIFICACION DE COMPACTACIONES

Ruta # 106	Fecha: 25-ene-99
Tramo: Valencia - Barreal	Hora: 2:00 PM
Sección de control: NI	Densímetro # 2031
Contratista: M y S	Licitación # NI
Fecha de inicio de construcción: N.I.	Zona # 7.1
Estación 0+000: Jardines del Recuerdo	
Estación Final: 3+250	

Resumen de datos de densidades

Promedio General: 2241
Máximo registrado: 2410
Mínimo registrado: 2003
Desviación Estándar: 112.06

Observaciones

Personas presentes:

Ingeniero Consultor:	_____
Ingeniero de proyecto:	Adalid Villanea
Inspector de LANAMME:	Arguedas
Ingeniero del LANAMME:	Mauricio Salas y Daniel Solís
Representante de Contratista:	Mario Lanzoni
Representante del laboratorio:	_____

Características

Tonelaje de compactador:	1.5 ton
Hay vibración:	SI
Número de pasadas:	7-8
Espesor máximo de bache o carpeta:	9 cm
Temperatura antes de compactar:	138 °C
Acabado superficial del bache:	Bueno
Tipo de distribuidor de asfalto:	Aspersor

Comentarios respecto a la ejecución del proyecto:

Se veía bien cortado y bien cubierto de ligante

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO
VERIFICACION DE COMPACTACIONES

Ruta # 106	Fecha: 25-ene-99
Tramo: Valencia - Barreal	Hora: 2:00 PM
Sección de control: NI	Densímetro # 2031
Contratista: M y S	Licitación # NI
Fecha de inicio de construcción: N.I.	Zona # 7.1
Estación 0+000: Jardines del Recuerdo	
Estación Final: 3+250	
Profundidad de medición: 6 cm	Tiempo: 1 min
Densidad Optima Marshall (kg/m³): 2334	No. de lecturas: 3
Método de muestreo: Números Aleatorios	Parámetro #1: 0.34%
Uso de arena: SI	Parámetro #2: 0.48%

Estación	# bache	Densidad (kg/m ³)		Espesor del núcleo (cm)	Factor de calibración	Densidad calibrada (kg/m ³)	% de compactación
		Prom.Nuclear	Núcleo				
0+150	1	2286	2349	8.5	1.03	2400	103
0+160	2	2049				2151	92
0+220	3	2172	2304	10	1.06	2281	98
0+210	4	2166				2274	97
0+200	5	2252				2365	101
0+320	6	1908	2179	10.5	1.14	2003	86
0+310	7	2295				2410	103
Mediciones realizadas el 1 de febrero							
0+400	1	2156				2264	97
0+380	2	2012				2113	91
0+360	3	2132				2239	96
1+100	4	2151				2259	97
1+115	5	2185	2351	10	1.08	2294	98
1+800	6	2137				2244	96
2+500	7	2095				2200	94
2+700	8	1999	2202	8	1.10	2099	90
2+750	9	2284				2398	103
3+050	10	2066				2169	93
3+250	11	2065				2168	93
Promedio		2134	2277	9	1.05	2241	96
Desv. Std.		107	82	1	0.02	112	5
Máximo		2295	2351	11	1.08	2410	103
Mínimo		1908	2179	8	1.03	2003	86
Grado de Cumplimiento para 95% de compactación:							0.61

Se elimina los factores de calibración de 1.10 y 1.14.

CAPITULO 4

AUDITORIA DE FUENTES DE AGREGADOS

4. AUDITORIA DE FUENTES DE AGREGADOS

4.1 INTRODUCCION

Este informe es complementario al avance del estudio geotécnico de fuentes de agregados pétreos, utilizados actualmente por los Contratistas del PMR, para la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, que fue presentado en octubre de 1998, y que fue denominado "Estudio geotécnico de fuentes de agregados".

A partir de la falta de uniformidad de las propiedades de las mezclas asfálticas, como por ejemplo en los valores de la gravedad específica bruta y máxima teórica, contenido de asfalto, contenido de vacíos, entre otros, surgió la necesidad de investigar más de cerca el origen de las variaciones de las diversas propiedades de la mezcla asfáltica y los agregados pétreos, con respecto a la fórmula de trabajo presentada por los Contratistas.

A partir de estas interrogantes surge el objetivo principal de este proceso denominado "Auditoría de fuentes de agregados", el cual es determinar la influencia de las fuentes de materiales pétreos en la uniformidad de la mezcla producida en las plantas.

Para ello es fundamental conocer el proceso de producción de agregados, desde la explotación o extracción hasta el despacho del material, y asociar las características físicas de estos agregados con las obtenidas en los apilamientos de la planta.

Para poder realizar un trabajo adecuado que asegure la influencia de las fuentes de agregados en los procesos de producción se ha programado actividades de auditoría, que consisten en visitar frecuentemente cada una de las fuentes de agregados, ya sean canteras o yacimientos granulares, además de visitas propiamente a las planta de producción de mezcla asfáltica, con especial cuidado a los apilamientos en planta.

la frecuencia de estas visitas será de una vez al mes a las fuentes de agregados y dos veces al mes a las plantas de producción de mezcla asfáltica.

Para reportar la labor de auditoría de las fuentes de agregados y de los agregados en planta, se propone completar unas fórmulas de trabajo, que tienen la siguiente información:

- Tipo de fuente de agregados:
- Número de concesión
- Tipo de material
- Denominación
- Fecha
- Hora
- Auditor
- Croquis en planta de los quebradores
- Croquis o fotografía del frente de explotación o extracción
- Descripción del frente y del método de extracción o explotación
- Proceso de producción de agregados
- Manejo de apilamientos
- descripción del despacho de materiales
- Geología regional
- Geología local
- Descripción del muestreo
- Ensayos de laboratorio
- Análisis petrográfico
- Descripción visual muestras de mano
- Manejo de apilamientos en planta
- Controles de humedad
- Alimentación de las tolvas
- Ensayos de laboratorio
- Dosificación de agregados
- Muestreo

4.2 AUDITORIA A LA FUENTE DE AGREGADOS

4.2.1 Tipo de fuente de agregados

Existen dos fuentes de agregados que se utilizan en la producción de mezcla asfáltica en nuestro país, de cantera o también denominado tajo o de yacimiento granular. En ambos sitios de explotación se deben tener cuidados importantes, que se relacionan directamente con la génesis del material que se explota y que se deben de conocer de previo a la extracción o explotación de la cantera, como por ejemplo el espesor de los estratos, tipos de materiales en el perfil de meteorización, calidad de los materiales, mecanismos de explotación, la mecánica fluvial del río si se trata de una yacimiento granular, espesores de los depósitos, tamaño máximo, entre otros.

4.2.2 Número de concesión

Es muy importante identificar la fuente de materiales con su número de concesión, además de ser un número clave para tener acceso a los expedientes de la Dirección General de Energía y Minas así como el posible acceso a los informes anuales de producción que los encargados de la explotación deben presentar al gobierno.

4.2.3 Tipo de material

El conocimiento de la génesis del material es fundamental para identificar las características principales de los materiales así como los cuidados que se deben tener durante la explotación. Además este conocimiento está íntimamente relacionado con la composición mineralógica, fundamental en la definición del estado físico de la roca (minerales secundarios, alteración).

4.2.4 Denominación

“La denominación” es el nombre con que se inscribió la fuente de materiales, ante de Dirección General de Energía y Minas, así se podrá evitar confusiones.

4.2.5 Croquis en planta de los quebradores

El croquis en planta de los quebradores es una ayuda para lograr un mejor entendimiento de la descripción del frente y del método de extracción.

4.2.5 Croquis o fotografía del frente de explotación o extracción

Es una ilustración que permite ubicar el actual frente de extracción. Lógicamente esta apreciación se realiza mejor si se presenta una fotografía a color y con una escala adecuada para su mejor representación.

4.2.7 Descripción del frente y del método de extracción o explotación

La descripción del frente de extracción o explotación permite identificar los materiales que se están explotando, además del mecanismo utilizado, ya sea con explosivos, con el ripper de un tractor o con la pala de una retroexcavadora. Además es fundamental observar con detenimiento la explotación, para así valorar si la extracción o explotación se hace de manera correcta. En los yacimientos granulares es más fácil realizar esta valoración debido a que en la mayoría de los casos el proceso de extracción es continuo, en contraposición, en

las canteras es muy difícil que pueda coincidir la visita con la voladura o bien extracción de materiales. A pesar de ello es importante describir el frente y valorar sus principales características.

4.2.8 Proceso de producción de agregados

El mecanismo de producción de agregados como tal, establece si el proceso industrial de producción utilizado es el correcto, si la selección de los agregados que se cargan a las tolvas es adecuada, si el proceso de quebrado, cribado, lavado sea el correcto. Es importante valorar este proceso industrial como tal, pues el establecer un proceso adecuado de producción, incluyendo el control de calidad, es fundamental para lograr un producto de primera calidad, que cumpla con los requerimientos granulométricos, además de sus la uniformidad de las propiedades físico-mecánicas

4.2.9 Manejo de apilamientos

Es importante valorar el manejo de los apilamientos en la fuente de extracción. Los apilamientos deben almacenarse en la altura y forma adecuada, además que se les debe dar la protección debida, contra la lluvia, el viento, contaminación con materia orgánica. Otro aspecto fundamental a valorar es la labor de homogeneización de los apilamientos antes de ser cargadas las vagonetas para su despacho.

4.2.10 descripción del despacho de materiales

La descripción del despacho de materiales es importante para definir los mecanismos utilizados para vender los materiales, especialmente para la cubicación, así como también para conocer los empresas que utilizan el producto.

4.2.11 Geología regional

Es muy importante conocer la geología regional donde se ubica la cantera o el yacimiento granular, esto como un marco de referencia, de los materiales de la zona y de sus características genéricas asociadas.

4.1.12 Geología local

A pesar que es muy difícil que la geología local varíe durante una explotación o extracción, es fundamental actualizarla, además de asociar el material explotado en el momento de la auditoría con los materiales locales, según la geología.

4.1.13 Descripción del muestreo

La descripción del muestreo debe dar la seguridad de que fue realizado de manera correcta, además de que el muestreo debe ser aleatorio y representativo, de manera tal que nos asegure que el material muestreado corresponde a una muestra estadísticamente representativa.

4.1.14 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio que se realizaran a los materiales muestreados en los apilamientos son: granulometría, gravedad específica y porcentaje de absorción, partículas elongadas, caras fraturadas (cuando aplique), vacíos no compactados y equivalente de arena.

El muestreo de estos materiales se debe realizar de la caída a chorro del material, para que sea lo más representativo de la producción.

4.1.15 Análisis petrográfico

El análisis petrográfico será realizado en la Escuela de Geología de la Universidad de Costa Rica. La periodicidad de este análisis será de seis meses, a partir de secciones delgadas de especímenes Marshall, construidos con el material muestreado a chorro del quebrador.

A partir de este análisis se pretende conocer la composición mineral asociada a la fuente de agregados y a la graduación de diseño. También se podrá dar un seguimiento de la variación de la composición mineral de los agregados pétreos, en el tiempo.

4.2 AUDITORIA DE APILAMIENTOS DE AGREGADOS EN PLANTA.

4.2.1 Manejo de apilamientos en planta

Esta evaluación corresponde a los apilamientos de agregados pétreos manejados en la planta de mezcla asfáltica. Se debe observar la forma del apilamiento, la altura, el volumen aproximado, si está protegido por la lluvia y el viento, contra la contaminación, observar las labores de homogeneización, entre otros.

4.2.2 Controles de humedad

Con la información facilitada por el inspector de planta y lo observado durante la auditoría, se valorarán las labores de control de humedad del Contratista, en contraste con los valores obtenidos del humidímetro, que se va a llevar a las aditoría.

4.2.3 Alimentación de las tolvas

Es sumamente importante observar las labores de homogeneización del material antes de la carga de los agregados en las tolvas, así como propiamente el proceso de carga.

4.2.4 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio que se realizarán a los materiales muestreados en los apilamientos de la planta de mezcla asfáltica son: granulometría, gravedad específica y porcentaje de absorción, partículas elongadas, caras fracturadas (cuando aplique), vacíos no compactados y equivalente de arena.

4.2.5 Dosificación de agregados

La dosificación de los agregados en el proceso de producción de la planta se utilizará como únicamente como referencia.

4.2.6 Muestreo

Se realizará una descripción del muestreo realizado en los apilamientos de la planta, para dar veracidad al trabajo realizazado.

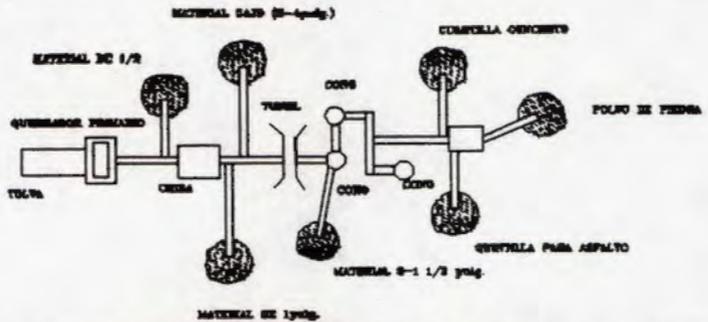
AUDITORIA DE FUENTES DE AGREGADOS



LANAMME		NUMERO	Tipo de igneo
UCR	CANTERA	CONSESION	material: extrusivo
PMR		ref: No 1547	Denominación: Pedregal San Antonio de Belén.

CROQUIS EN PLANTA DE LOS QUEBRADORES

Fecha:	11/24/98
Hora :	12:40 p.m.
Auditor:	Ing. Carlos Villalta
Firma:	



LOCALIZACION	
216.7 - 218.0 latitud	
516.7 - 517.7 longitud	
Margen derecha del Río Virilla, San Antonio de Belén.	
Un kilómetro al sudeste de la intersección sobre el puente Francisco J. Orlich a unos 900 metros de la carretera principal (ruta a la Asunción-Belén).	

CROQUIS DEL FRENTE DE LA CANTERA

EXPLORACION	
Frente:	70 m
Fondo :	15 m
Potencia:	40 m
Recubrimiento:	2 m
Coeficiente de aprovechamiento: 0.8	
Volumen aprovechable: 39900 m3	

VER FOTOGRAFIAS

DESCRIPCION DEL FRENTE Y DEL METODO DE EXTRACCION

El frente de explotación está ubicado al frente del taller, en un sector que no se aprecia a simple vista cuando uno baja a la cantera. El material que se está explotando son lavas andesíticas muy fracturadas de muy buena consistencia. La explotación se realiza hasta topar con una brecha volcánica que en este sector aflora por debajo de las lavas (en los otros frentes la brecha volcánica sobreyace la lava). En este punto se detiene la explotación aunque en el suelo se apreciaron algunos fragmentos de la brecha que son cargados y procesados en el sistema de trituración. En este punto de explotación en un 90% predomina el material denominado lava andesítica. Para el proceso de explotación realizan un agujero con un DRILL y lo rellenan con dinamita. Se utilizan 2 barras de 6 metros de longitud. después de la voladura el material considerado como sobretamaño se tritura con una "pera" y se carga a las tolvas.

PROCESO DE PRODUCCION DE AGREGADOS

El material triturado es cargado a una tolva única, donde inmediatamente se quiebra en el denominado primario. Por medio de una faja transportadora viaja hacia una criba. Allí el material se separa en materiales denominados de "1/2 pulgada" que se utiliza en la fabricación de bloques, material de 1 pulgada que se utiliza en construcción y el material denominado sobretamaño que esta entre 3 y 4 pulgadas ingresa al túnel para iniciar el proceso de trituración secundario. Inmediatamente después del túnel y por medio de otra banda transportadora el material entra a un cono hidráulico que quiebra el material entre 1 1/2 y 3 pulgadas, luego por medio de un sistema de bandas entra a un circuito cerrado con otro cono de por medio. En el circuito cerrado el material entra a una criba donde se separa en piedra cuartilla para concreto, polvo de piedra y quintilla que son utilizados para la elaboración de la mezcla asfáltica.

MANEJO DE APILAMIENTOS

No se observó un control técnico en el manejo de los apilamientos. Existe un apilamiento de piedra quintilla que ofrece una gama de tonalidades en función de la combinación de materiales explotados, algunas veces más rojizas por la presencia de mayor cantidad de material brechoso y algunas veces con tonalidades gris producto de la lava, como el caso que se estaba quebrando. Este apilamiento grande estaba segregado debido a que no tiene ninguna protección contra la lluvia, viento y la gran altura. Además no se realizan labores de homogeneización del apilamiento. Otros apilamientos se consumen según la producción, de manera tal que del punto de producción se trasladan de inmediato a los apilamientos de las plantas de concreto, asfalto, bloquera.

DESCRIPCION DE DESPACHO DE MATERIALES

El despacho de materiales se realiza para las diversas divisiones de la Corporación Pedregal como la bloquera, asfaltos, constructora, concretos, así como para la venta para otras empresas y particulares que utilizan estos materiales para la construcción. El sistema es muy sencillo, según el tamaño y la calidad de los materiales requeridos, estos materiales son cargados a las vagonetas y la facturación se hace aproximada a la cubicación medida en la góndola.

AUDITORIA DE AGREGADOS EN PLANTA

Fecha: 24-11-98 / Hora: 1:30 p.m.

MANEJO DE APILAMIENTOS EN PLANTA

El manejo de los apilamientos no es el más apropiado, presentando alturas de hasta 6 metros de forma cónica, produciéndose segregación evidente del material.

Ningún apilamiento está protegido contra la lluvia, lo cual constituye otra causa de segregación, por lavado de los finos superficiales.

Otro posible problema que se presenta en este tajo es que no se observó un manejo de la producción controlado, existen periodos en el que hay sobreproducción de agregados, y en otros casos recurren a traer material de otro tajo denominado Quebrador Zurquí (también propiedad de PEDREGAL), para poder abastecer la demanda de producción de la planta de mezcla asfáltica.

Este tajo "Zurquí" a pesar de pertenecer a una formación ígnea extrusiva, presenta características físicas y mecánicas diferentes al material del tajo Pedregal - San Antonio. Allí se explota una brecha volcánica con bloques de lava de textura afanítica-porfirítica de color negro, la cual posee fenocristales de plagioclasa y anfíboles de forma angular y poco redondeados, con una matriz (30-40%) de color rojizo amarillo.

En el momento de la auditoria se estaba utilizando únicamente el polvo producido en el quebrador de San Antonio para elaborar la mezcla asfáltica.

A pesar de ello en el sector de los apilamientos además del polvo de piedra y quintilla de San Antonio había también polvo de piedra del quebrador Zurquí.

ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTREO EN TOLVAS

Granulometría

Piedra quinta	% pas	Polvo piedra	% pas
Malla 25.4 mm		Malla 25.4 mm	100
Malla 19.0 mm		Malla 19.0 mm	100
Malla 12.7 mm		Malla 12.7 mm	100
Malla 9.5 mm		Malla 9.5 mm	100
Malla No 4		Malla No 4	78.9
Malla No 8		Malla No 8	51.7
Malla No 30		Malla No 30	-
Malla No 50		Malla No 50	16
Malla No 100		Malla No 100	-
Malla No 200		Malla No 200	8.4

MATERIAL	U	ESPECIFIC. TECNICAS	RESULTADO DE LABORATORIO
A. piedra quinta			
(Gbs)	g/cm3	-	
(Gsss)	g/cm3	-	
Absorción	%	-	
Partículas elongadas	-	-	
Caras fracturadas	-	-	
A. polvo de piedra			
(Gbs)	g/cm3	-	2.43
(Gsss)	g/cm3	-	
Absorción	%	-	4.36
Vacios no compactados	-	-	
Equiv. de arena	%	-	78

CONTROLES DE HUMEDAD

En la época lluviosa se debe tener un control estricto sobre la humedad de los apilamientos, porque el valor de la humedad de los agregados debe ser introducido a la computadora de la planta, para que esta haga la corrección adecuada, antes de dosificar el asfalto.

El inspector de planta reporta un chequeo diario de humedad en los apilamientos, y por las condiciones ya mencionadas, lógicamente no se está realizando un sondeo adecuado ni representativo. Es preferible realizar la homogeneización del apilamiento, con su debida forma, muestrearlo correctamente y realizar mayores controles de humedad. Además se debe tener equipo de laboratorio mínimo y adecuado, con la precisión que establece la norma correspondiente.

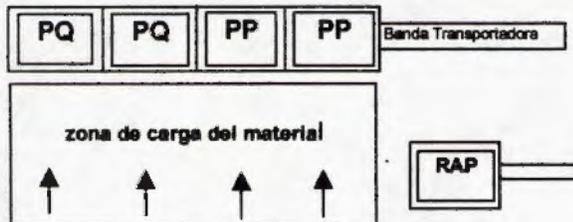
DOSIFICACION DE AGREGADOS

Para reproducir la granulometría de diseño, se lleva acabo la dosificación de dos agregados que se mezclan de manera porcentual. La dosificación del asfalto del tipo AC-20 para la producción es de 7.3%. A continuación la dosificación de agregados:

72% de polvo de piedra de Pedregal-San Antonio

28% de quintilla de Pedregal-San Antonio

ALIMENTACION DE TOLVAS



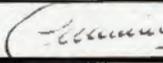
MUESTREO DE TOLVAS

El muestreo no se pudo realizar en las tolvas debido a que estaban siendo cargadas para la producción, aparte de ello la altura a la que se encuentran las tolvas hacen que este muestreo sea muy incómodo por lo que se decidió mostrar en los apilamientos, exactamente en el sector que el cargador estaba tomando material para cargarlo a las tolvas.

AUDITORIA DE FUENTES DE AGREGADOS

LANAMME UCR PMR	YACIMIENTO GRANULAR	NUMERO CONSESION ref: No 22 - 98	Tipo de material: Aluviones	
			Denominación: Quebrador Piedra Grande	

CROQUIS DELQUEBRADOR

Fecha:	11/26/1998
Hora :	11:40 p.m.
Auditor:	Ing. Carlos Villalta
Firma:	

VER FOTOGRAFIAS

LOCALIZACION

Hoja Guápiles, No 3446 IV, coordenadas:	
553000 - 554000	
244000 - 247000	
Amarre al Hito Guápiles de coordenadas:	
248683834	
560,365,125	

FOTOGRAFIA DEL FRENTE DE LA EXTRACCION

La vía de acceso es muy accesible por la carretera que comunica a San José con Guápiles. La entrada se encuentra ubicada aproximadamente 6 kilómetros antes de llegar a la Ciudad de Guápiles. Se toma un desvío hacia el norte por la finca la Patricia aproximadamente 1.5 km en una carretera pavimentada.

DESCRIPCION DEL FRENTE Y DEL METODO DE EXTRACCION

El frente de excavación se encuentra propiamente en el cauce del Río Toro Amarillo. La piedra explotada corresponde a aluviones de distintos tamaños que se cargan por una retroexcavadora a las vagonetas que transportan el material a la tolva, para ser triturada en el quebrador primario. Los sobretamaños topados en la explotación son apartados por la máquina a un lado de la extracción. En el momento de la visita el río presentaba un caudal bajo, lo que contribuye a realizar una explotación ordenada y progresiva. Observando la extracción se puede corroborar la influencia volumétrica de los agregados de tamaños mayores (hasta de 80 cm) comparados con los finos naturales (aporte del río). Se puede aproximar que el porcentaje de finos naturales en el proceso de trituración es menor al 10% de los finos producidos. Lógicamente esto implica una mayor influencia de los finos producto de la trituración. En el cauce del río se observaron algunos escarpes producto de la meteorización que provoca el río y los sedimentos arrastrados. Observar fotografía.

PROCESO DE PRODUCCION DE AGREGADOS

Los materiales que son descargados por las vagonetas en la tolva (menores que 80 cm) son titurados en el quebrador primario. El quebrador produce tamaño máximo de 15 cm, luego por medio de una banda se transporta hasta una criba. La criba posee dos mallas, una de 2.54 centímetros y otra con dos tamaños de abertura 19 y 9.5 milímetros. El material retenido en la malla de 2.54 centímetros ingresa a un sistema cerrado que está formado por un cono y una faja transportadora que lleva el material de nuevo a la criba. El material que en la criba, pasa la malla de 19 mm se denomina polvo de mezcla o 1024 y el retenido en la malla de 19 mm es la denominada cuartilla. Este material sube por una faja transportadora al proceso de lavado y por caída libre se deposita en el pilamiento. Este material denominado cuartilla ingresa otra criba (quese encuentra aparte del sistema de producción primaria y secundaria), donde es separado en material denominado quinta y un polvo fino. Las aberturas de los tamices de la criba son de 16 mm y 8 mm. El sobretamaño (material retenido en la malla de 19 mm) es ingresado de nuevo al proceso de quegrado secundario. También producen una quinta y un polvo más fino, utilizando mallas con aberturas de 9.5 y 4.75 mm.

MANEJO DE APILAMIENTOS

Los apilamientos se manejan en forma convencional. El material depositado por caída libre de las fajas transportadoras es trasladado por un cargador a los apilamientos. Los apilamientos no tienen ninguna protección contra la lluvia. Los materiales disponibles son: piedra cuartilla (550 m3), quinta con polvo más fino (250 m3), polvo fino (250 m3), quinta (1000 m3), polvo (1500 m3), polvo de mezcla (1500 m3) y arena natural (300 m3). Cuando los materiales fueron cargados a las vagonetas no se observó que se realizaran labores de homogeneización de los apilamientos para cargar el material de la manera menos segregada posible.

DESCRIPCION DE DESPACHO DE MATERIALES

Los materiales son depositados en las vagonetas con un cargador, quien llena totalmente la góndola, luego con una pala un peón retira el material de exceso y cubucan la góndola para emitir el recibo de cobro. En estos momentos este quebrador le suministra agregados a Conansa, Meco, Concretico, entre otros. Tiene una gran demanda de agregados., diariamente se producen cerca de 1000 m3 de cuartilla y 600 m3 de polvo de mezcla, también denominado 1024.

AUDITORIA DE FUENTES DE AGREGADOS



Geología Regional

La geología regional está compuesta por rocas volcánicas y en su mayoría por sedimentos fluviales y coluviales, que se observan con facilidad en el mapa 1:2000000.

Lahares: son grandes masas de textura desordenada, donde no es posible observar estratigrafía alguna, con bloques y fragmentos angulosos de constitución andesítica rodeados de una matriz escasa de características arcillosas.

Edificios volcánicos: de formación reciente. Se observan gran cantidad de coladas de lava así como rocas piroclásticas, ignimbritas y cenizas.

Aluviones: son las rocas de interés para la explotación. Son sedimentos fluviales, donde también se encuentran deslizamientos y aglomerados, entre otros.

Geología Local

La zona explotada corresponde a rocas sedimentarias de tipo aluvión, epiclásticas.

Este aluvión está constituido desde rocas bien redondeadas con diámetros que superan un metro y en varios casos se observaron aun mayores dimensiones (roundstone) y otros de menor tamaño con gravas, guijarros gránulos y arena.

Según el informe geológico no se observan limos ni arcillas, posiblemente a consecuencia de la fuerza de las corrientes de las aguas.

La constitución de estos bloques es esencialmente volcánica, efusiva y en algunos casos se observaron bloques de procedencia intrusiva.

También se observan algunas rocas de origen sedimentario, aunque estas rocas representan un porcentaje muy bajo comparado con las rocas de origen volcánico.

DESCRIPCION DE MUESTREO

El muestreo de agregados triturados fue realizado en dos sitios, el denominado material 1024 del chorro de la producción y la piedra quinta de los apilamientos. Este muestreo fue realizado por el Sr. Rafael Jiménez Soto, encargado de la producción de agregados del Quebrador Piedra Grande.

El muestreo de rocas fue realizado en el margen del Río Toro Amarillo. Fue un muestreo aleatorio pero no representativo. Esto se debe a que el 90% de las rocas que se introducen al quebrador primario son de gran tamaño para ser manejados en la mano.

También se nota la influencia de las rocas de origen volcánico sobre las demás rocas.

ENSAYOS DE LABORATORIO

APILAMIENTOS DEL PROCESO DE QUEBRADO

Granulometría

Piedra quinta	% pas	Polvo piedra	% pas
Malla 25.4 mm	100	Malla 25.4 mm	100
Malla 19.0 mm	100	Malla 19.0 mm	100
Malla 12.7 mm	95.3	Malla 12.7 mm	93.3
Malla 9.5 mm	63.3	Malla 9.5 mm	74.9
Malla No 4	10.6	Malla No 4	44.6
Malla No 8	6.4	Malla No 8	30.4
Malla No 30		Malla No 30	
Malla No 50	2.9	Malla No 50	10.9
Malla No 100		Malla No 100	
Malla No 200	1.6	Malla No 200	5

MATERIAL	U	ESPECIFIC. TECNICAS	RESULTADO DE LABORATORIO
A. piedra quinta			
(Gbs)	g/cm ³	-	2.62
(Gsss)	g/cm ³	-	
Absorción	%	-	2.17
Abrasión	-	-	25.6
Caras fracturadas		-	99.1
A. polvo de piedra			
(Gbs)	g/cm ³	-	2.63
(Gsss)	g/cm ³	-	
Absorción	%	-	2.25
Vacios no compactados		-	
Equiv. de arena	%	-	

ANALISIS PETROGRAFICO

DESCRIPCION VISUAL

Las muestras tomadas corresponden a una variedad de muestras de origen volcánico y algunas pocas de origen sedimentario. Son rocas rodadas que han sufrido la meteorización mecánica del río Toro Amarillo. Algunas son porosas debido al origen de la roca madre. La mayoría de las rocas muestreadas son de tonalidades gris. Algunas muestras

AUDITORIA DE AGREGADOS EN PLANTA



Fecha: 25-11-98 / Hora: 8 a.m.

MANEJO DE APILAMIENTOS EN PLANTA

Los apilamientos se manejan de forma inadecuada. Estos presentan una segregación evidente, forma en su mayoría cónica, gran altura y no tienen protección contra la lluvia. Además se observó detenidamente la carga del material a las tolvas y se pudo corroborar que el material no es homogeneizado de previo a la carga.

Manejan un apilamiento denominado quinta, este material es de forma cónica y está segregado, en la parte superior el material está lavado a causa de la lluvia. También hay una zona donde se notaron sobre-tamaños, evidentes a simple vista. La apariencia de esta quinta es de un material con mucho polvo adherido, posible producto de un inadecuado lavado en el quebrador (en la auditoria del quebrador se verificó que en días pasados habían tenido problemas en el proceso de lavado). La altura de este apilamiento es aproximadamente 7 m. El volumen aproximado del apilamiento es de 380 m³.

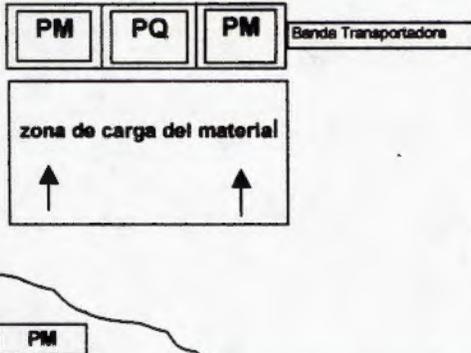
El otro apilamiento es de polvo de mezcla o 1024 depositado en forma de montículos, con una altura proximada de 8 metros. El volumen aproximado de este apilamiento es de 3600 m³. El apilamiento se nota muy segregado.

Este día llegó al plantel un material que se apreciaba a la vista como "quinta", el material fue depositado junto al apilamiento de polvo de mezcla y el cargador procedió a mezclarlo con este apilamiento, adicionando otro elemento de segregación (por las dimensiones del mismo, la mezcla fue parcial) y se varió la graduación que se cargó a las tolvas.

CONTROLES DE HUMEDAD

No se lleva ningún control de humedad sobre los apilamientos.

ALIMENTACION DE TOLVAS



ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTREO EN TOLVAS Granulometría

	% pas		% pas
Malla 25.4 mm		Malla 25.4 mm	
Malla 19.0 mm		Malla 19.0 mm	
Malla 12.7 mm		Malla 12.7 mm	
Malla 9.5 mm		Malla 9.5 mm	
Malla No 4		Malla No 4	
Malla No 8		Malla No 8	
Malla No 30		Malla No 30	
Malla No 50		Malla No 50	
Malla No 100		Malla No 100	
Malla No 200		Malla No 200	
MATERIAL	U	ESPECIFIC. TECNICAS	RESULTADO DE LABORATORIO

A. grueso

(Gbs)	g/cm3	-	
(Gsss)	g/cm3	-	
Absorción	%	-	
Partículas elongadas	-	-	
Caras fracturadas	-	-	

A. fino

(Gbs)	g/cm3	-	
(Gsss)	g/cm3	-	
Absorción	%	-	
Vacios no compactados	-	-	
Equiv. de arena	%	-	

DOSIFICACION DE AGREGADOS

Por ser una planta de baches, a pesar de que el material que se carga a las tolvas en polvo de mezcla y piedra quinta del quebrador Piedra Grande, el material luego de pasar por el secador es separado en cuatro tamaños denominados por el inspector de planta como polvo de piedra (2300 lb), intermedios (600 lb), quintilla (600 lb), cuartilla (600 lb) para un acumulado de 4100 lb y 240 lb de cemento asfáltico del tipo AC-20 (5.85 % de asfalto sobre el peso de los agregados).

MUESTREO DE TOLVAS

El muestreo no se pudo realizar en las tolvas debido a que estaban siendo cargadas para la producción, aparte de esto la altura a la que se encuentran las tolvas hace que este muestreo sea muy incómodo por lo que se decidió muestrear en los apilamientos, exactamente en el sector que el cargador estaba tomando material para cargarlo a las tolvas.

CAPITULO 5

UNIFORMIDAD DE LAS PLANTAS

5. UNIFORMIDAD DE LAS PLANTAS

5.1 INTRODUCCION

5.1.1 JUSTIFICACION

Se han realizado una serie de pruebas para determinar el grado de variación de algunos de los parámetros de la mezcla asfáltica. Las especificaciones permiten un margen o rango de variabilidad en los parámetros de calidad de los agregados, pero deben determinarse tales variaciones para proceder a instrumentar criterios de pago en función de la calidad. Estas dispersiones originadas por el manejo en la producción de mezcla, tal como el cambio de la fuente de agregados, variación del diseño de mezcla, variaciones bruscas de peso o temperatura, en alguna medida se refleja en los análisis de uniformidad, de modo que se tienen instrumentos de control que son muy útiles para lograr una producción homogénea en las plantas.

Algunas pruebas para el análisis sobre la uniformidad de las plantas son:

- Porcentaje pasando las mallas de 9.5 mm, No 4, No 50 y No 200, en conjunto con el contenido de asfalto por peso total de mezcla, para evaluar la dosificación.
- Estabilidad de la mezcla asfáltica
- Contenido de vacíos

En la Tabla No 5.1 se presenta un ejemplo del análisis de variabilidad por planta.

Tabla No 5.1 Variabilidad en los parámetros de calidad de mezcla asfáltica.

Planta	No 1		No 2		No 3	
	Desv. Est.	% cump.	Desv. Est.	% cump.	Desv. Est.	% cump.
% pas. 9.5 mm	5.7 %	62	4.3 %	66	5.4 %	81
% pas. No 4	6.7 %	45	4.3 %	61	12.8 %	21
% pas. No 50	3.3 %	77	2.3 %	88	1.6 %	99
% pas. No 200	2.3 %	42	1.7 %	44	1.3 %	89
Estabilidad	330 kg	N.A	260 kg.	N.A	170 kg.	N.A
Vacíos	1.5 %	43	1.7 %	20	1.5 %	21

Los valores sombreados se refieren a las desviaciones estándares más bajas (menor dispersión) y los mayores porcentajes de cumplimiento (mayor precisión en el cumplimiento del diseño de mezcla vigente). Cabe mencionar que los valores de desviación estándar menores no se relacionan siempre con los valores de cumplimiento más altos, lo cual puede presentarse por ejemplo ante cambios en el diseño de mezcla no reportados.

Dado lo anterior, con la uniformidad de las plantas, se pretende llevar a cabo un estudio del comportamiento en la producción de mezcla asfáltica en proyectos del programa de mantenimiento rutinario.

Con base en los resultados obtenidos en el laboratorio, de los diferentes ensayos que se le realizan tanto a la mezcla asfáltica producida por la planta, como a los agregados utilizados para su producción (Tabla No 5.1), se comprueba si se está produciendo la mezcla con la calidad que debería tener (estabilidad, máxima teórica, resistencia retenida, porcentaje de vacíos) de acuerdo con el diseño de mezcla presentado por los contratistas, así como la verificación de la uniformidad de los agregados utilizados en dicho proceso.

5.1.2 PLANTAS OBJETO DE ANALISIS

Este estudio se está realizando inicialmente con dos plantas (CONANSA y PEDREGAL); llevando a cabo una serie de pruebas tanto a los agregados, como a la mezcla para determinar el cumplimiento de alguno de los parámetros de los diseños de mezcla.

Dicho análisis se inició el 27 de agosto de 1998, y se comenzó tomando una muestra de mezcla asfáltica por semana hasta el 28/9/98, luego se empezaron a realizar tres muestreos semanales. Adicionalmente se empezaron a tomar muestras de agregados dos veces por semana, para verificar la calidad de éstos.

5.1.3 PARAMETROS DE CALIDAD SELECCONADAS

Tabla No 5.2 Pruebas para el análisis de uniformidad de las plantas.

MATERIAL	PRUEBA	ESPECIFICACION
AGREGADO GRUESO	Granulometría	CR-77
	% Absorción	
	Gravedad específica bruta	
AGREGADO FINO	Granulometría	CR-77
	% Absorción	
	Gravedad específica bruta	
	Equivalente de Arena	
MEZCLA ASFALTICA	Máxima Teórica	
	Estabilidad	Mayor a 700 kg.
	Flujo	20-40 * 1/100 cm
	% Vacíos	3-5 %
	Resistencia Retenida	Mayor a 75 %
	% Asfalto	Diseño de Mezcla
	Razón Polvo-Asfalto	0.6-1.3

5.2 RESULTADOS

5.2.1 PLANTA CONANSA

Inicialmente, se procedió a realizar ensayos de gravedad específica máxima teórica de las muestras tomadas en los camiones que salen de las plantas hacia los sitios de proyecto, luego se procedió a tomar muestras para pruebas de contenido de asfalto (Ignición, porcentaje de bitumen, contenido de agua, granulometría), además de baches secos para la comprobación de granulometría, gravedad específica bruta de los agregados, equivalente de arena, absorción de los agregados e índice de plasticidad para los agregados utilizados en la mezcla asfáltica.

Gravedad específica máxima teórica

Como se puede observar en la Tabla No 5.3, los valores que presenta esta planta son muy uniformes (variación mayor de 0.035 en relación al valor de diseño), aunque no se cumple con los valores de diseño (Figura No 5.1).

Tabla No 5.3 Resumen de ensayos de máximas teóricas de CONANSA.

MUESTRA No	FECHA DE MUESTREO	GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA		VALOR PROMEDIO	DIFERENCIA ENTRE MEDICIONES	DIFERENCIA RESPECTO AL VALOR DE DISEÑO
1	27/8/98	2.464	2.472	2.468	0.008	0.010
2	7/9/98	2.474	2.469	2.472	0.005	0.014
3	16/9/98	2.470	2.469	2.470	0.001	0.012
4	21/9/98	2.482	2.484	2.483	0.002	0.025
5	28/9/98	2.466	2.474	2.470	0.008	0.012
6	29/9/98	2.466	2.472	2.469	0.006	0.011
7	30/9/98	2.478	2.476	2.477	0.002	0.019
8	1/10/98	2.473	2.466	2.469	0.007	0.011
9	5/10/98	2.478	2.471	2.474	0.007	0.016
10	6/10/98	2.472	2.469	2.471	0.003	0.013
11	7/10/98	2.472	2.467	2.470	0.005	0.012
12	9/10/98	2.472	2.468	2.470	0.004	0.012
13	14/10/98	2.477	2.477	2.477	0.000	0.019
14	19/10/98	2.463	2.468	2.465	0.005	0.007
15	26/10/98	2.474	2.471	2.472	0.003	0.014
16	2/11/98	2.475	2.476	2.476	0.001	0.018
17	3/11/98	2.483	2.475	2.479	0.008	0.021
18	10/11/98	2.478	2.483	2.480	0.005	0.022
19	12/11/98	2.493	2.488	2.490	0.005	0.032
20	16/11/98	2.475	2.479	2.477	0.004	0.019
21	19/11/98	2.488	2.481	2.484	0.007	0.026
22	21/12/98	2.496	2.490	2.493	0.006	0.035
23	22/12/98	2.466	2.470	2.468	0.004	0.010
24	5/1/99	2.486	2.485	2.485	0.001	0.027
25	6/1/99	2.470	2.472	2.471	0.002	0.013
26	7/1/99	2.505	2.496	2.501	0.009	0.043
27	8/1/99	2.472	2.469	2.471	0.003	0.013
28	11/1/99	2.483	2.472	2.477	0.011	0.019
29	13/1/99	2.454	2.461	2.458	0.007	
30	14/1/99	2.455	2.448	2.451	0.007	-0.007
31	15/1/99	2.438	2.444	2.441	0.007	-0.017
32	16/1/99	2.463	2.465	2.464	0.002	0.006
33	18/1/99	2.500	2.501	2.501	0.001	0.043
34	20/1/99	2.487	2.486	2.487	0.001	0.029
35	21/1/99	2.497	2.488	2.492	0.009	0.034
36	25/1/99	2.483	2.482	2.482	0.001	0.024
VALOR PROMEDIO				2.475		
DESVIACION ESTANDAR				0.012		

VALOR DE DISEÑO: 2.458

Contenido de asfalto

En la Tabla No 5.4 se presenta los datos obtenidos en los contenidos de asfalto. Los valores obtenidos oscilan entre 4.1 y 5.6, en promedio respecto al peso total de la mezcla (ver gráfico 5.2).

Evaluación de los agregados

Esta evaluación inició el 28/9/98, tomando las muestras después de que han pasado el quemador y el mezclado de los agregados pero sin agregar el cemento asfáltico. Los valores obtenidos en las diferentes pruebas se presentan en la Tabla No 5.5, donde se puede observar la variación de la curva granulométrica en cada una de las mallas especificadas. La dispersión es más significativa en las mallas más pequeñas, a partir de la malla No 4.

Tabla No. 5.4 Resumen de resultados de la mezcla asfáltica. Planta CONANSA.

		Diseno de mezcla vigente		MTDC-9	MTDC-10	MTDC-11	MTDC-12	MTDC-13	MTDC-14
		Valor diseno	Tolerancia / especificacion						
Muestra No.									
Fecha		4/3/98		5/10/98	6/10/98	7/10/98	9/10/98	14/10/98	19/10/98
Propiedades		Unidades							
Estabilidad	kg	1350	mayor a 700	X	X	X	X	X	X
Flujo	1/100 cm	23.3	20-40	X	X	X	X	X	X
Densidad	kg/m3	2360		X	X	X	X	X	X
Gravedad esp máxima teórica		2.458		2.474	2.471	2.470	2.470	2.477	2.465
Vacios	%	4	3-5	X	X	X	X	X	X
Resistencia retenida	%	85.7	mayor a 60	X	X	X	X	X	X
Resistencia a la compresón uniaxial	kg/cm2	25.2		X	X	X	X	X	X
Vacios en resistencia retenida	%	N.I	6-8 %	X	X	X	X	X	X
Contenido asfalto (mezcla)	%	5.30	4.80-5.80	*	5.3	5.3	5.1		5.4
Contenido asfalto (agregado)	%	5.60	5.10-6.10	*	5.60	5.60	5.37	0.00	5.71
Contenido de humedad	%		x						
Razón polvo - asfalto	x	0.81	0.6 - 1.3	*	*	2.31	2.46	X	2.4
VMA	%		mayor a 13	*	*	X	X	X	X
VFA	%	75	65-75	*	*	X	X	X	X

X Pruebas no realizadas.

* Resultados pendientes.

Continuación Tabla No 5.4

MTDC-15	MTDC-16	MTDC-17	MTDC-18	MTDC-19	MTDC-20	MTDC-21	MTDC-22	MTDC-23	MTDC-24	MTDC-25
26/10/98	2/11/98	3/11/98	10/11/98	12/11/98	16/11/98	19/11/98	21/12/98	22/12/98	5/1/99	6/1/99
1601	1785	2073	1776	1847	1870	1719	1560	1571	1841	1730
30	31	31	34	29	29	32	25	29	30	27
2335	2385	2341	2346	2342	2324	2331	2342	2386	2353	2346
2.473	2.475	2.479	2.480	2.490	2.477	2.485	2.493	2.468	2.485	2.471
5.5	3.7	5.6	5.4	6.0	6.7		6.1	3.3	5.3	4.8
X	X	75	*	*	*	X	X	X	X	X
	62	57	46				X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5.4	4.1	4.7	5.1	*	4.9	5.1	X	5.6	5.3	*
5.8	4.4	5.1	5.5	*	5.3	5.5	X	6.1	5.7	*
0.41	0.39	0.29	0.28	*	*	0.29	X	0.1	0.14	*
1.1	2.5	*	*	*	*	*	*	1.3	1.2	*
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Continuación Tabla No 5.4

MTDC-26	MTDC-27	MTDC-28	MTDC-29	MTDC-30	MTDC-31	MTDC-32	MTDC-33	MTDC-34	MTDC-35	MTDC-36
7/1/99	8/1/99	11/1/99	13/1/99	14/1/99	15/1/99	16/1/99	18/1/99	20/1/99	21/1/99	25/1/99
2289	2303	1832	1879	1893	1938	1910	1845	1923	1972	1707
31	28	33	30	28	28	29	27	32	28	31
2356	2314	2333	2356	2337	2328	2367	2368	2362	2.315	2347
2.501	2.471	2.477	2.458	2.451	2.441	2.464	2.501	2.487	2.492	2.482
6.2	6.3	6.8	4.1	5.0	3.0	5.2	7.4	5.6	5.0	4.9
X	X	76	65	X	X	X	X	X	X	X
X	X	51	52	X	X	X	X	X	X	X
X	X	7.0	6.5	X	X	X	X	X	X	X
*	*	5.3	*	*	*	5.3	*	*	*	*
*	*	5.7	*	*	*	5.7	*	*	*	*
*	*	0.06	*	*	*	0.1	*	*	*	*
*	*	1.2	*	*	*	1.2	*	*	*	*
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura No. 5.1 Comparación entre máximas teóricas de planta y la de diseño de la planta de CONANSA

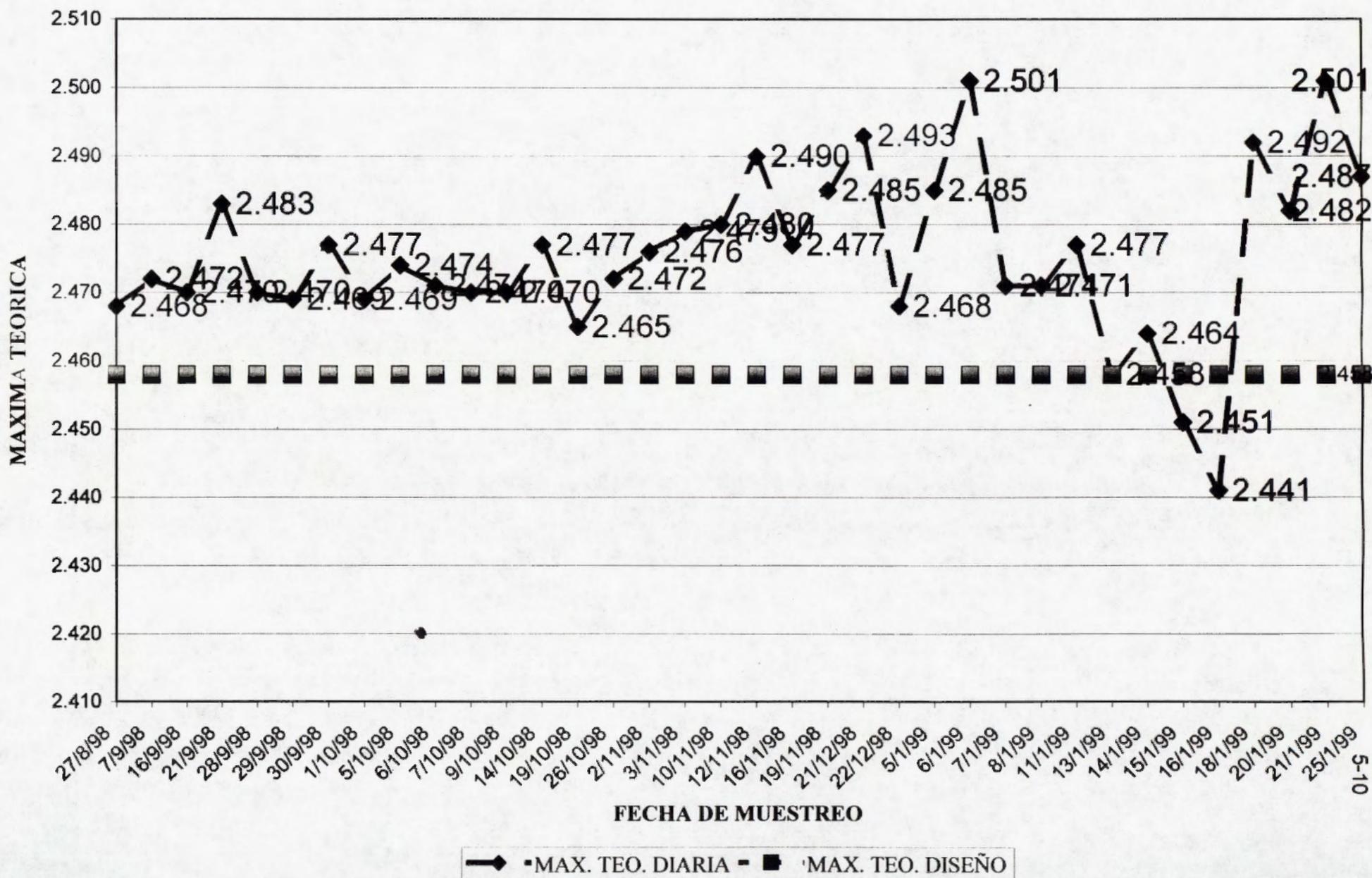


Figura No. 5.2 Contenido de asfalto en la mezcla. Planta CONANSA

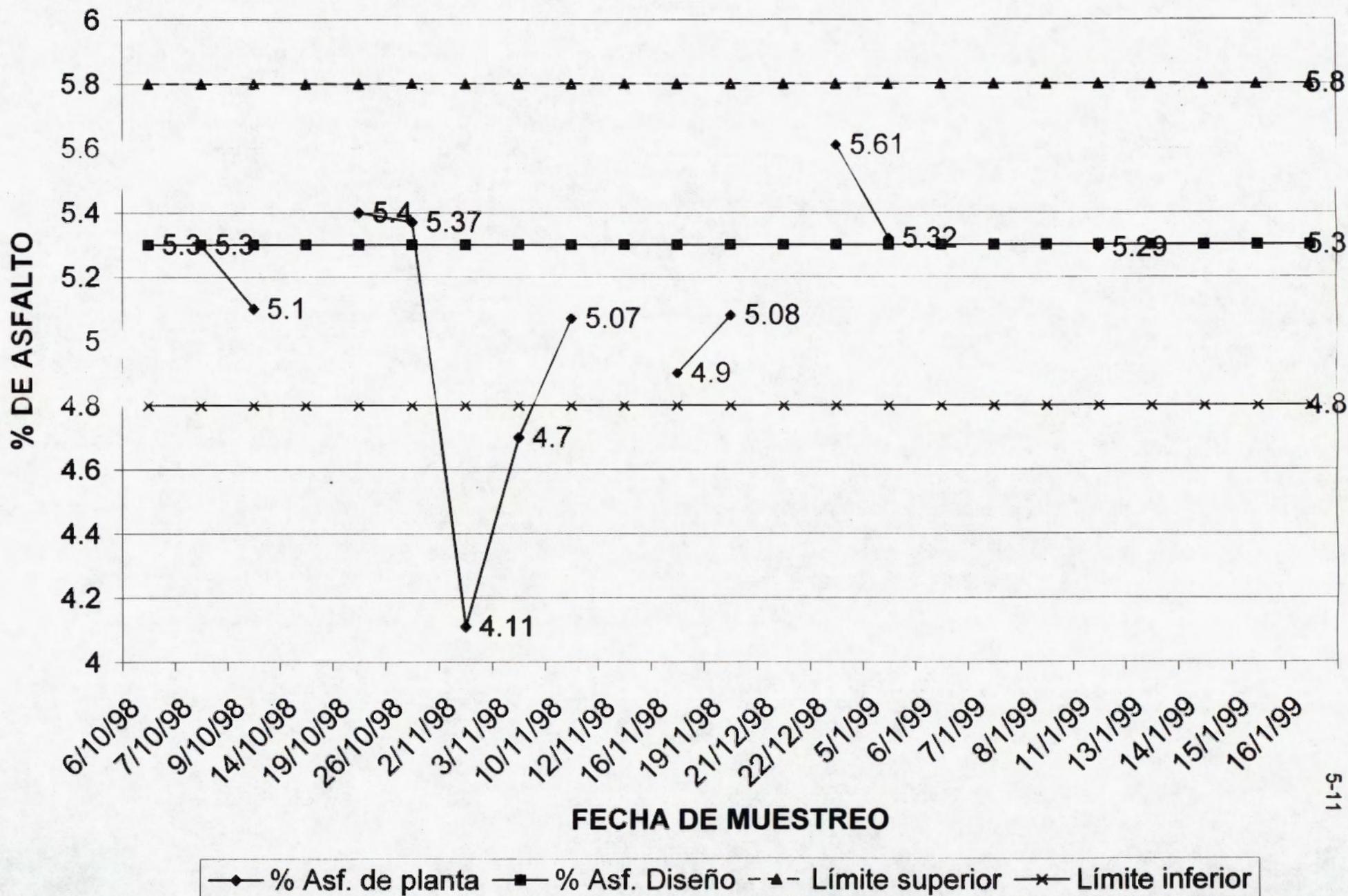


Tabla No. 5.5 Granulometría de bache seco. Planta CONANSA

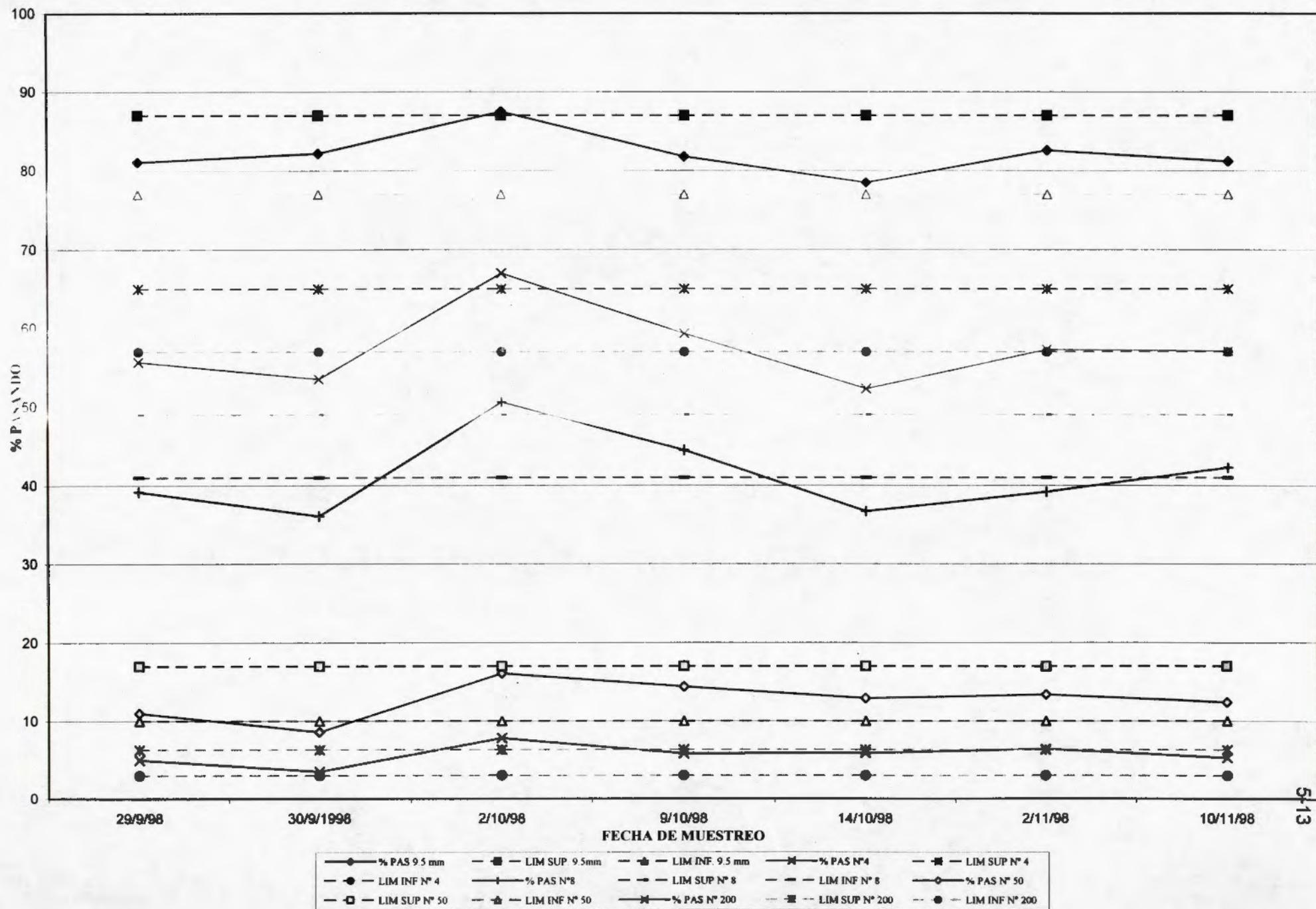
GRANULOMETRIA	% PASANDO	TOLERANCIAS		FECHA DE MUESTREO						
				29/9/98	30/9/98	2/10/98	9/10/98	14/10/98	2/11/98	10/11/98
TAMIZ				805	804	806	808	810	811	817
19 mm	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9.5 mm	85	77	87	81.1	82.2	87.5	81.8	78.5	82.6	81.2
Nº 4	60	57	65	55.7	53.5	67	59.3	52.3	57.3	57.1
Nº 8	41	41	49	39.2	36.1	50.6	44.5	36.7	39.2	42.3
Nº 50	14	10	17	11.0	8.6	16.1	14.4	12.9	13.4	12.4
Nº 200	6.6	3	6.3	5.0	3.5	7.8	5.8	5.9	6.4	5.3

PROPIEDADES DEL AGREGADO

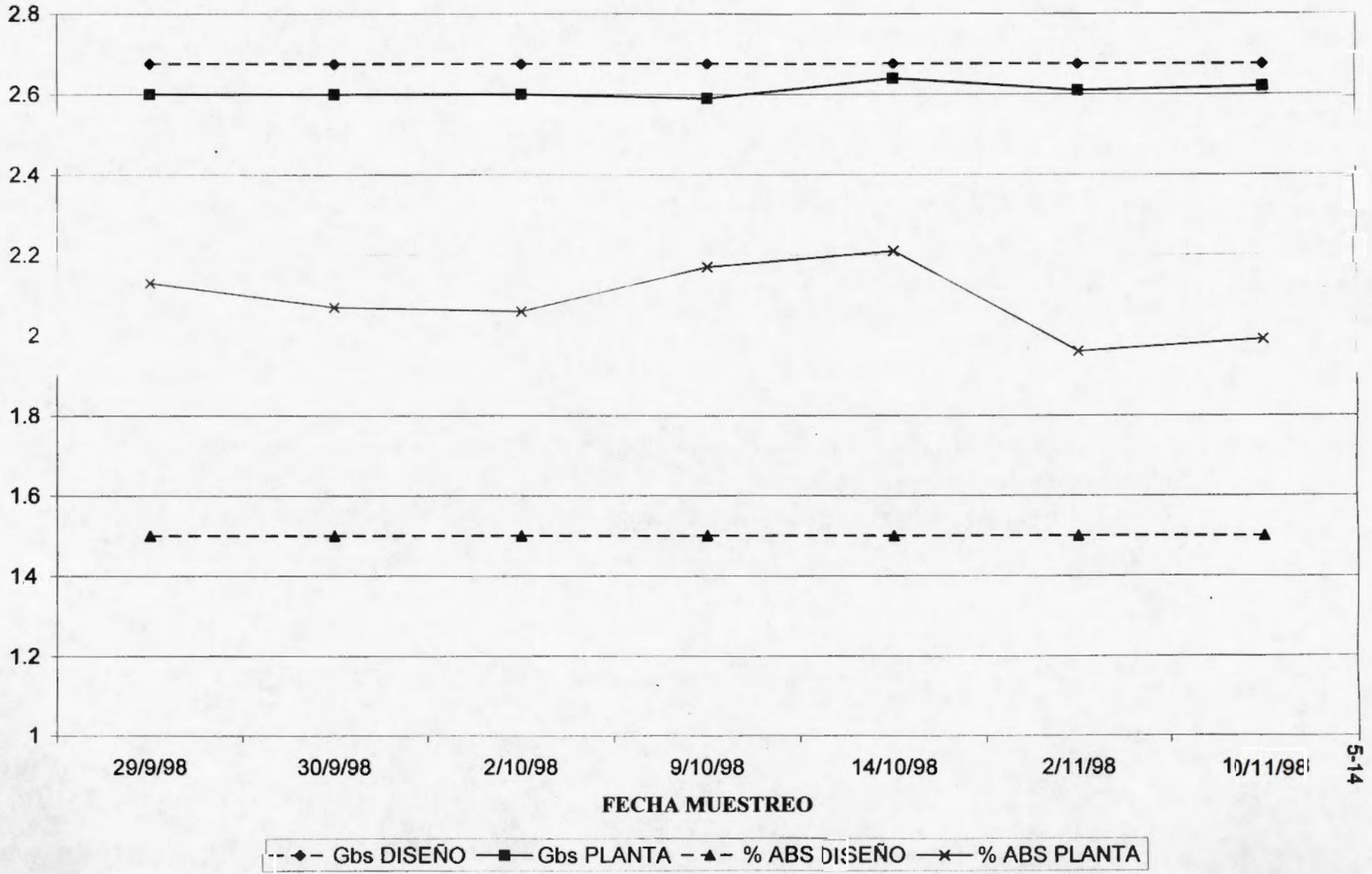
	AGREGADO GRUESO	FECHA DE MUESTREO						
		29/9/98	30/9/98	2/10/98	9/10/98	14/10/98	2/11/98	10/11/98
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.676	2.6	2.6	2.6	2.59	2.64	2.61	2.62
ABSORCION %	1.5	2.13	2.07	2.06	2.17	2.21	1.96	1.99

	AGREGADO FINO							
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.599	2.62	2.63	2.55	2.6	2.55	2.56	2.62
ABSORCION %	2.4	1.73	1.79	2.97	2.06	2.88	2.75	2
EQUIVALENTE DE ARENA	68	82.1	86.6	80.8	81.8	83.5	84.0	84.0
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P

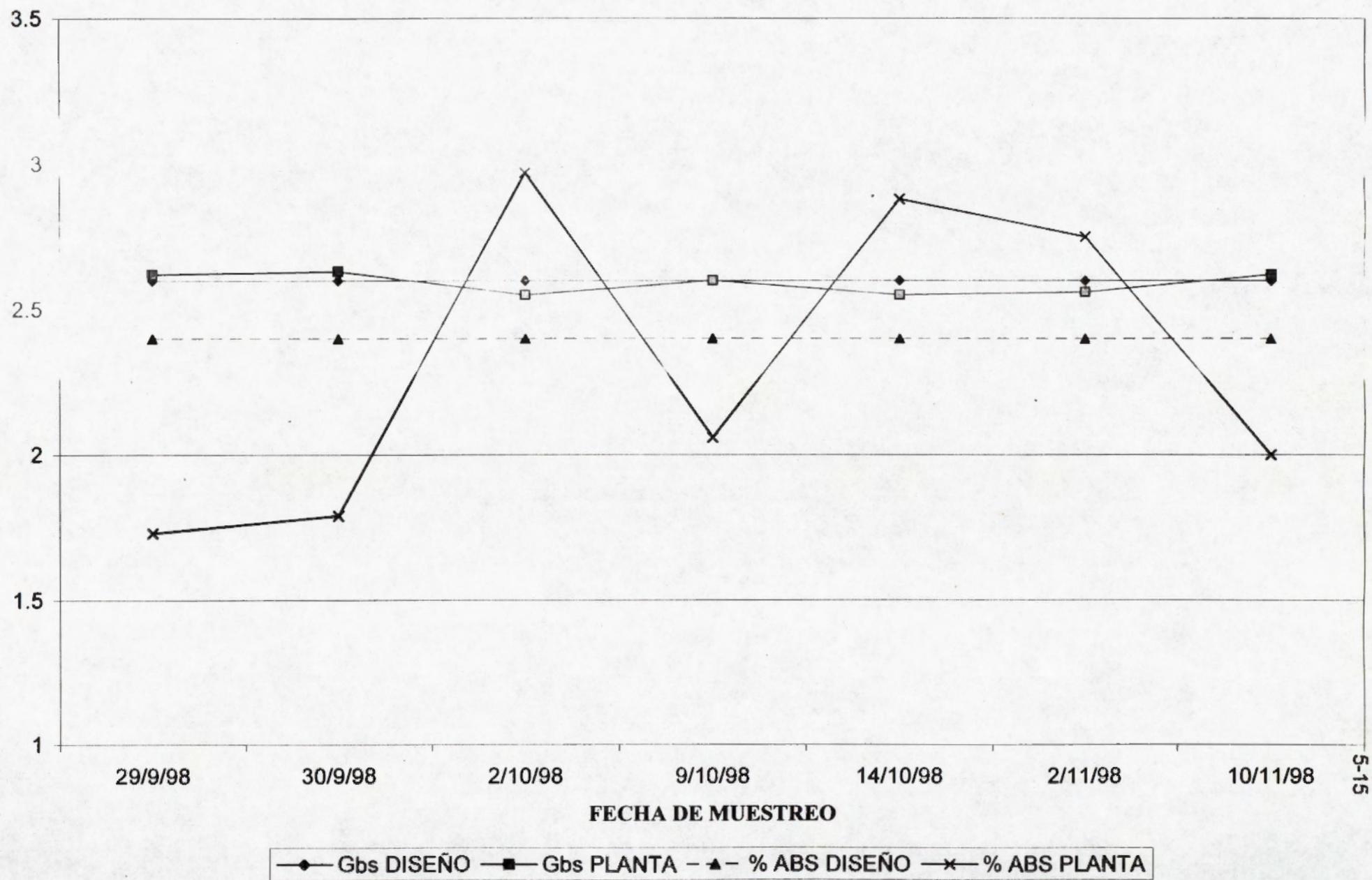
Figura No. 5.3 Porcentaje pasando por malla. Planta CONANSA



**Figura No. 5.4 Gravedad específica bruta y porcentaje de absorción de agregado grueso.
Planta CONANSA.**



**Figura No. 5.5 Gravedad específica bruta y porcentaje de absorción de agregado fino.
Planta CONANSA**



5.2.2 PLANTA PEDREGAL.

Hasta el momento se ha procedido a realizar los ensayos de la gravedad específica máxima teórica de las muestras tomadas en la salida de la boca del silo de mezcla, además se están realizando las pruebas de contenido de asfalto por ignición, reflujo, porcentaje de agua, estabilidad Marshall, compresión uniaxial.

Esta evaluación empezó el 29/9/98, y se ha estado realizando una por semana hasta el 5/10/98, que se empezó a realizar tres muestreos a las plantas por semana.

Gravedad específica máxima teórica

Tabla No 5.6 Resumen de máximas teóricas de PEDREGAL.

MUESTRA No	FECHA DE MUESTREO	GRAV. ESP. MAXIMA TEORICA		VALOR PROMEDIO	DIFERENCIA ENTRE MEDICIONES	DIFERENCIA RESPECTO AL VALOR DE DISEÑO
1	29/9/98	2.381	2.382	2.382	0.001	0.055
2	30/9/98	2.322	2.313	2.317	0.009	-0.010
3	2/10/98	2.362	2.351	2.357	0.011	0.030
4	5/10/98	2.319	2.317	2.318	0.002	-0.009
5	6/10/98	2.357	2.354	2.355	0.003	0.028
6	7/10/98	2.353	2.359	2.356	0.006	0.029
8	15/10/98	2.316	2.317	2.316	0.001	-0.011
9	20/10/98	2.304	2.301	2.302	0.003	-0.025
10	21/10/98	2.275	2.278	2.276	0.003	-0.051
11	26/10/98	2.324	2.322	2.323	0.002	-0.004
12	31/10/98	2.324	2.321	2.323	0.003	-0.004
13	2/11/98	2.343	2.340	2.342	0.003	0.015
14	4/11/98	2.346	2.345	2.345	0.001	0.018
15	7/11/98	2.340	2.331	2.335	0.009	0.008
16	12/11/98	2.346	2.353	2.349	0.007	0.022
17	13/11/98	2.328	2.330	2.329	0.002	0.002
18	6/1/99	2.351	2.345	2.348	0.006	0.021
19	7/1/99	2.372	2.372	2.372		0.045
20	8/1/99	2.360	2.356	2.358	0.004	0.031
21	11/1/99	2.353	2.357	2.355	0.004	0.028
22	12/1/99	2.357	2.355	2.356	0.002	0.029
23	22/1/99	2.491	2.490	2.491	0.001	0.164
PROMEDIO				2.346		
DESVIACION ESTANDAR:				0.040		
VALOR DE DISEÑO: 2.327						

Observando las diferencias de los valores obtenidos en los muestreos (ver Tabla No 5.6), se puede concluir que posiblemente se están presentando variaciones en los agregados o en la cantidad de asfalto con que se esta trabajando (Figura No 5.5), por lo que es recomendable mejorar la uniformidad en la producción de mezcla en esta planta.

Contenido de asfalto.

En la Tabla No 5.7 se muestran los datos de contenido de asfalto de la mezcla. El valor máximo observado es 7.8% y el mínimo 4.1%, relativo al peso total de la mezcla (ver gráfico 5.7).

Evaluación de los agregados.

Esta evaluación se empezó el 17/10/98, tomando las muestras en la banda transportadora. Los valores obtenidos en las diferentes pruebas se presentan en la Tabla No 5.8, donde se puede observar la dispersión que presenta esta granulometría en los diferentes muestreos, además los porcentajes de absorción y los valores de la gravedad específica bruta varían constantemente, dándose una gran diferencia respecto al valor de diseño. En las Figuras 5.6 a la 5.8, se da el comportamiento de los agregados en los diferentes muestreos.

Continuación de Tabla No 5.7

MTDP-13	MTDP-14	MTDP-15	MTDP-16	MTDP-17	MTDP-18	MTDP-19	MTDP-20	MTDP-21	MTDP-22	MTDP-23	
2/11/98	4/11/98	7/11/98	12/11/98	13/11/98	6/1/99	7/1/99	8/1/99	11/1/99	12/1/99	22/1/99	
1241	1714	1435	1504	1489	1407	1491	1487	1486	1490	2065	
41	34	36	40	36	36	36	36	34	38	29	
2221	2228	2215	2247	2230	2252	2258	2270	2292	2241	2341	
2.341	2.346	2.336	2.349	2.329	2.348	2.372	2.358	2.355	2.356	2.491	
5.1	5.0	5.2	4.4	4.3	4.1	4.8	3.7	2.7	4.9	6.0	
69	X	*	72	77	X	X	X	X	X	X	
46	X	40	40	33	X	X	X	X	X	X	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
6.7	7.0	7.3	X	7.6	6.9	5.9	6.3				
7.3	7.6	8.0	X	8.4	7.5	6.4	6.7				
*	*	*	X	*	0.15	0.08	0.11				
X	X	X	X	X	1.0	0.8	1.4	*	*	*	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Tabla No. 5.7 Resumen de resultados de la mezcla asfáltica. Planta PEDREGAL

		Diseno de mezcla vigente		MTDP-6	MTDP-8	MTDP-9	MTDP-10	MTDP-11	MTDP-12
		Valor diseno	Tolerancia / especificacion						
Muestra No.									
Fecha		12/2/98		7/10/98	15/10/98	20/10/98	21/10/98	26/10/98	31/10/98
Propiedades	Unidades								
Estabilidad	kg	1580	mayor a 700	X	X	1548	1467	1367	1359
Flujo	1/100 cm	33.3	20-40	X	X	41	44	37	41
Densidad	kg/m3	2225		X	X	2217	2221	2277	2245
Gravedad esp máxima teórica		2327		2.356	2.316	2.303	2.276	2.323	2.322
Vacios	%	4.4	3-5			3.7	2.4	2.0	3.3
Resistencia retenida	%	89	mayor a 60	X	X	X	X	X	66
Resistencia a la compresón uniaxial	kg/cm2	24.2		X	X				40
Vacios en la resistencia retenida	%	N.I	6-8%	X	X	X	X	X	X
Contenido asfalto (mezcla)	%	7.10	6.60-7.60	6	7.2	7.1	7.8	7.3	7.0
Contenido asfalto (agregado)	%	7.65	7.15-8.15	6.4	7.8	7.7	8.5	7.9	7.7
Contenido de humedad	%		x			*	*	*	*
Razón polvo - asfalto	x	0.93	0.6 - 1.3	2.34	2.35	2.1	2.1	1.8	X
VMA	%	18.6	mayor a 13	X	X	20.8	21.2	18.8	X
VFA	%	75	65-75	X	X	82.2	88.7	89.4	X

X Pruebas no realizadas.

* Resultados pendientes.

Figura No. 5.6 Comparación entre maximas teóricas de la planta y la de diseño de la planta de PEDREGAL

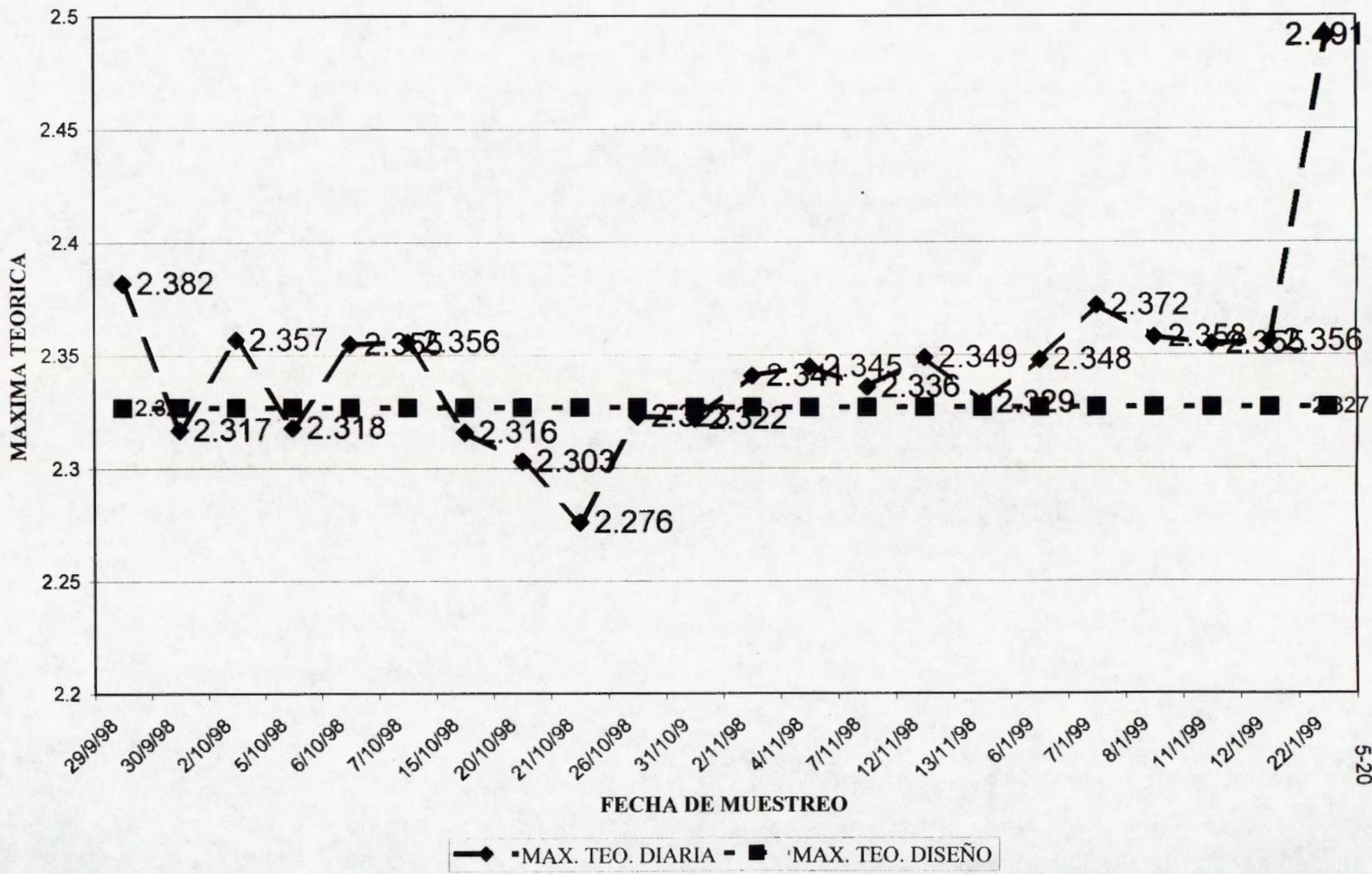


Figura No. 5.7 Contenido de asfalto en la mezcla. Planta PEDREGAL

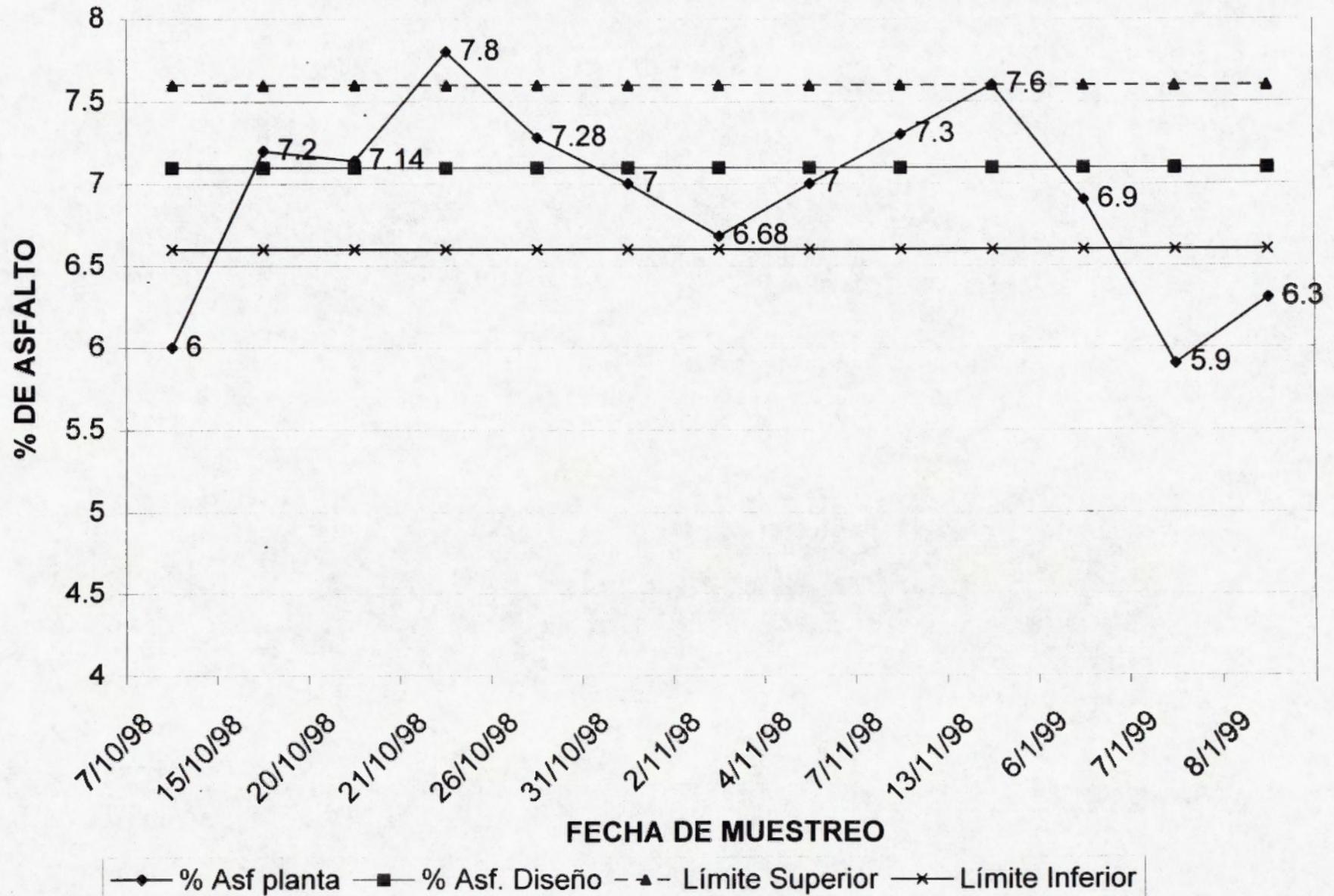


Tabla No. 5.8 Granulometría de bache húmedo. Planta PEDREGAL

GRANULOMETRIA	% PASANDO	TOLERANCIAS	FECHA DE MUESTREO					
			17/10/98	31/10/98	26/10/98	5/11/98	7/11/98	11/11/98
TAMIZ			809	813	814	815	816	818
19 mm	100	100	100	99.8	100	100	100	100
9.5 mm	85	90	86.9	88.1		83.4	88.6	87.3
Nº 4	60	64	59.2	60.3		59.2	63.5	60
Nº 8	41	45	40.4	39.1		42	41.5	39.9
Nº 50	14	18	14.8	13.1	20.5	16.4	14.9	13.4
Nº 200	6.6	8.0	8.7	7.6	11.7	9.2	8.0	6.9

PROPIEDADES DEL AGREGADO

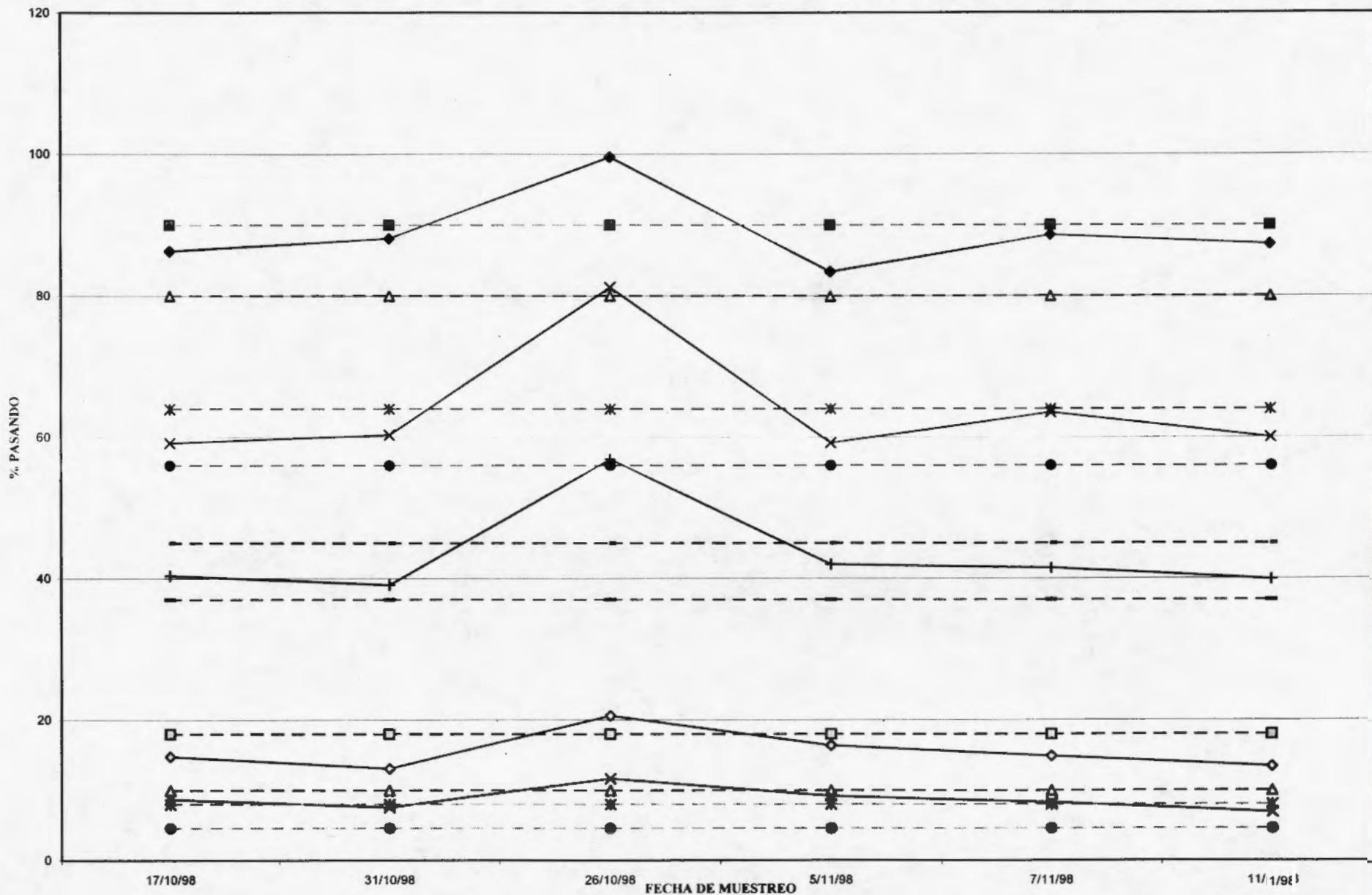
	AGREGADO GRUESO	FECHA DE MUESTREO					
		17/10/98	31/10/98	26/10/98	5/11/98	7/11/98	11/11/98
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.468	2.41	2.48	2.41	2.47	2.49	2.5
ABSORCION %	3.5	4.39	3.08	4.16	3.26	3.05	2.83

AGREGADO FINO							
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.597	2.3	2.44	2.31	2.33	2.48	2.4
ABSORCION %	1.6	6.72	4.25	6.27	6.18	3.41	4.71
EQUIVALENTE DE ARENA	65	70.4	70.1	67.1	X	X	X
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P

* Resultados pendientes.

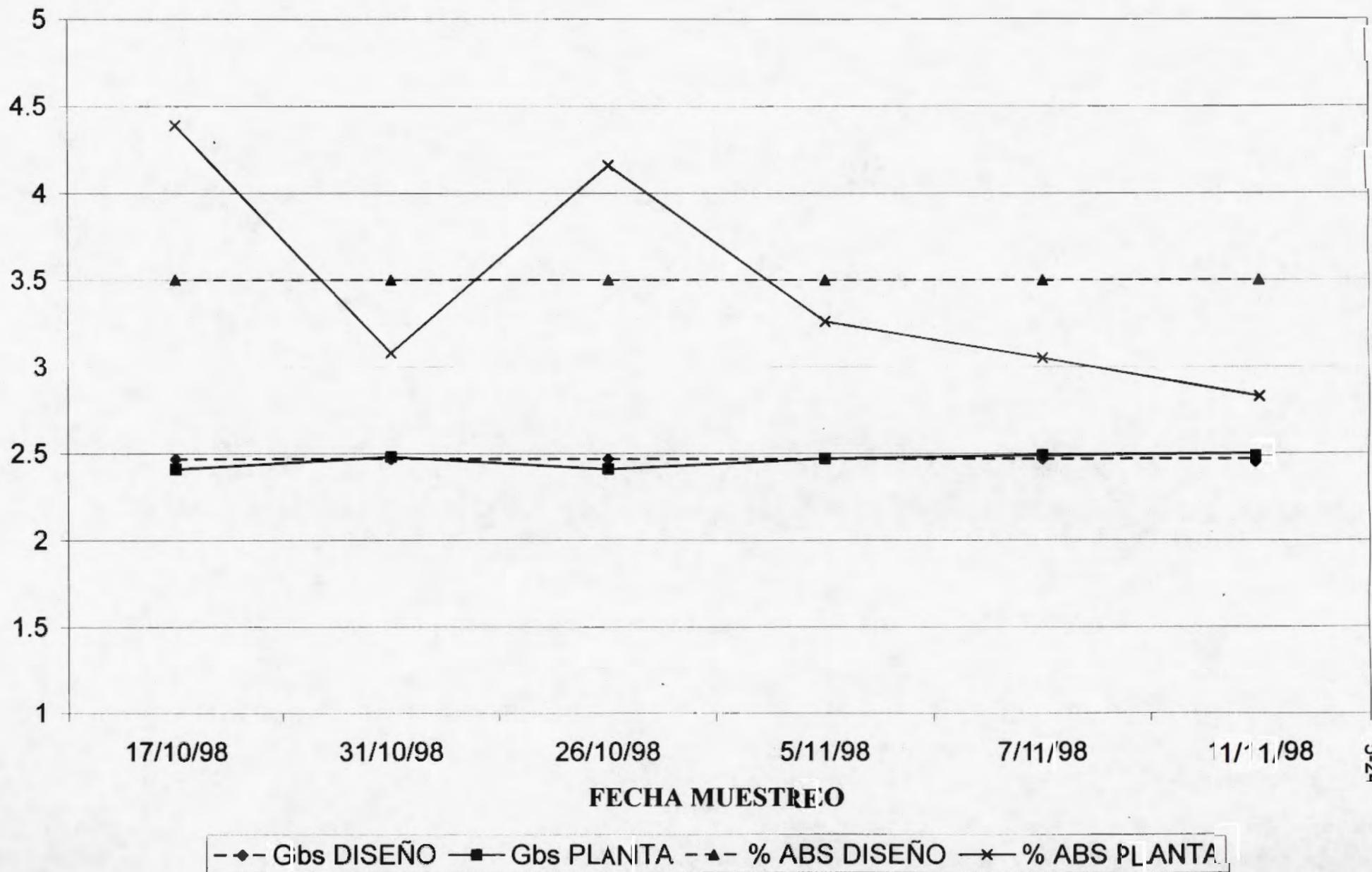
X Pruebas no realizadas

Figura No. 5.8 Porcentaje pasando por malla. Planta PEDREGAL.



● % Pas 9.5 mm ■ Lim sup. Pas 9.5 mm ▲ Lim inf. Pas 9.5 mm ✕ % Pas N° 4
 ■ Lim sup. Pas N° 4 ● Lim inf. Pas N° 4 + % Pas N° 8 --- Lim sup. Pas N° 8
 --- Lim inf. Pas N° 8 ○ % Pas N° 50 □ Lim sup. Pas N° 50 ▲ Lim inf. Pas N° 50
 ✕ % Pas N° 200 ■ Lim sup. Pas N° 200 ● Lim inf. Pas N° 200

Figura No. 5.9 Gravedad específica bruta y porcentaje de absorción de agregado grueso. Planta PEDREGAL.



**Figura No. 5.10 Gravedad específica bruta y porcentaje de absorción de agregado fino.
Planta PEDREGAL.**

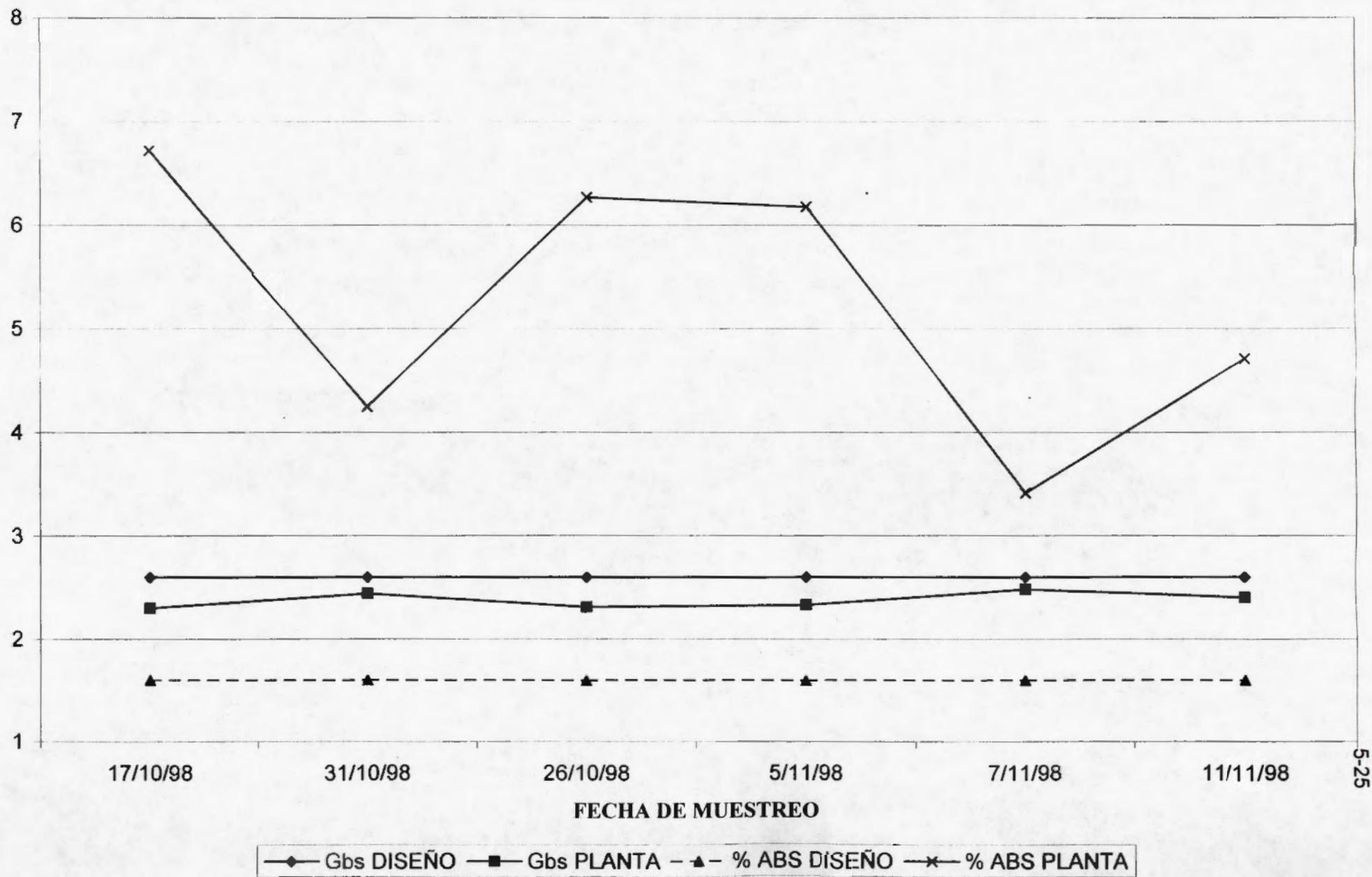
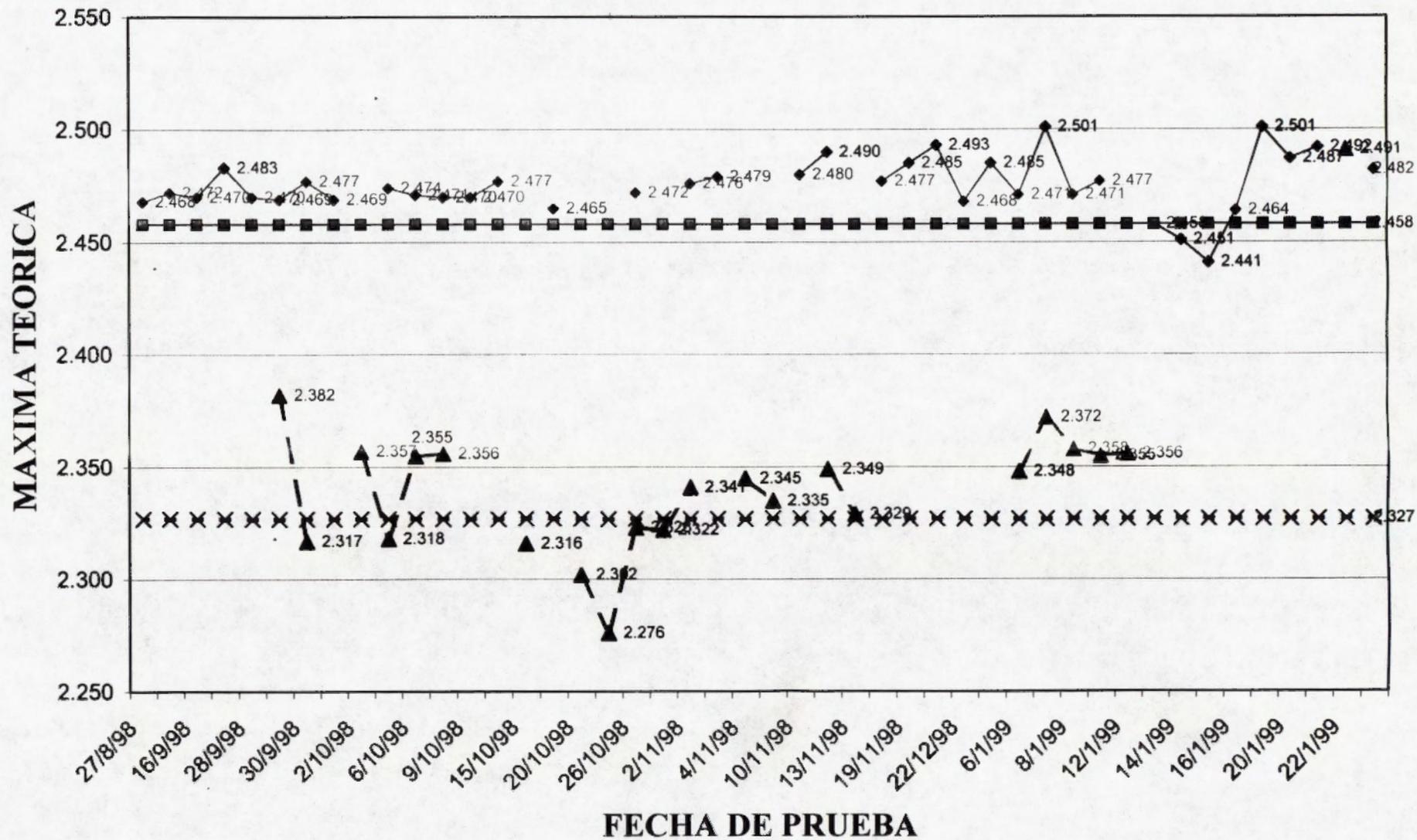


Figura No 5.11 Comparación entre máximas teóricas de las plantas CONANSA Y PEDREGAL



—◆— MAX. TEO. DIARIA CONANSA —■— MAX. TEO. DISEÑO CONANSA
 —▲— MAX. TEO. DIARIA PEDREGAL -x- MAX. TEO. DISEÑO PEDREGAL

Figura No 5.12 Comparación entre Gbs de agregados gruesos de las plantas CONANSA Y PEDREGAL

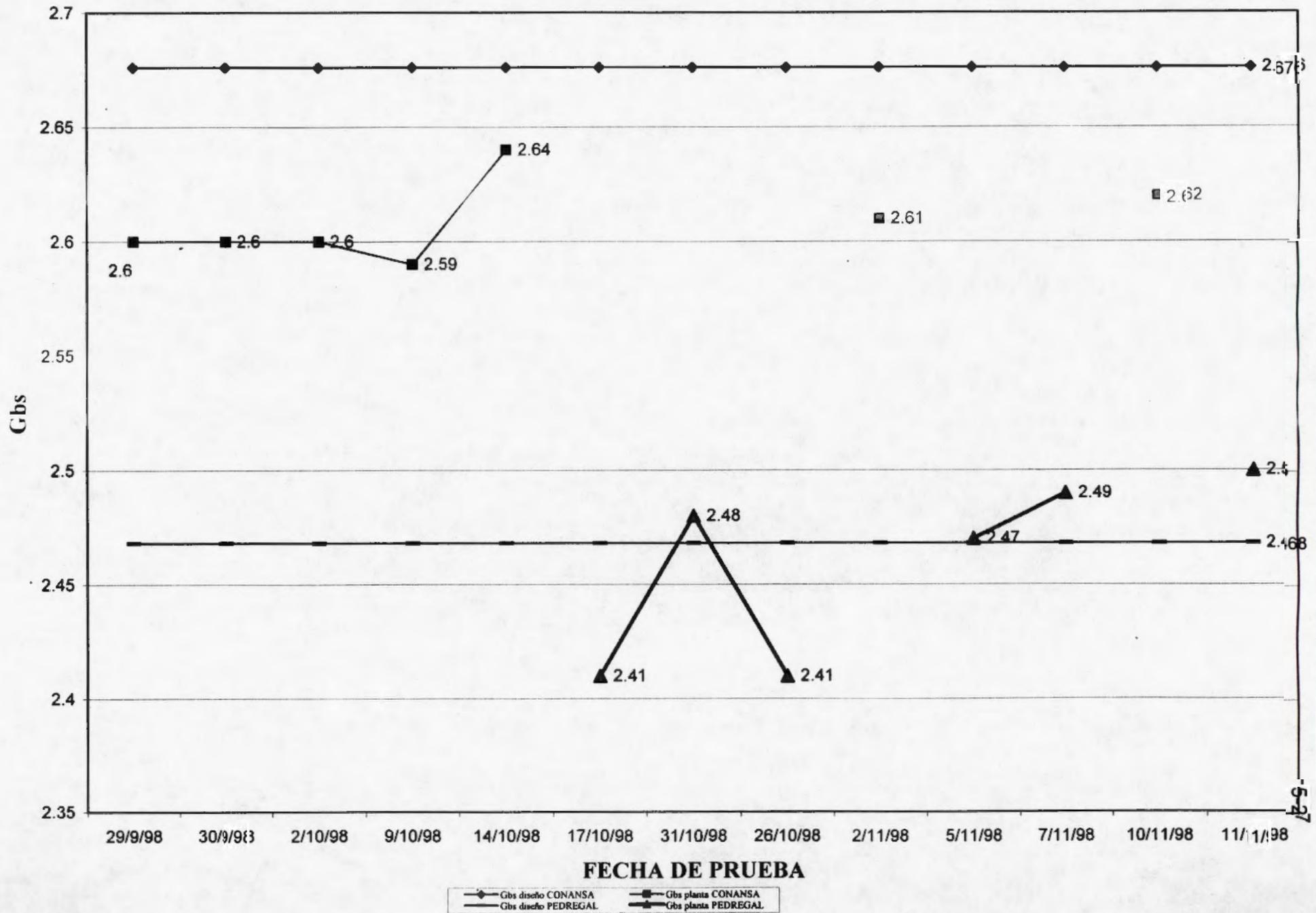


Figura No 5.13 Comparación entre Gbs de agregdos finos de las plantas CONANSA Y PEDREGAL

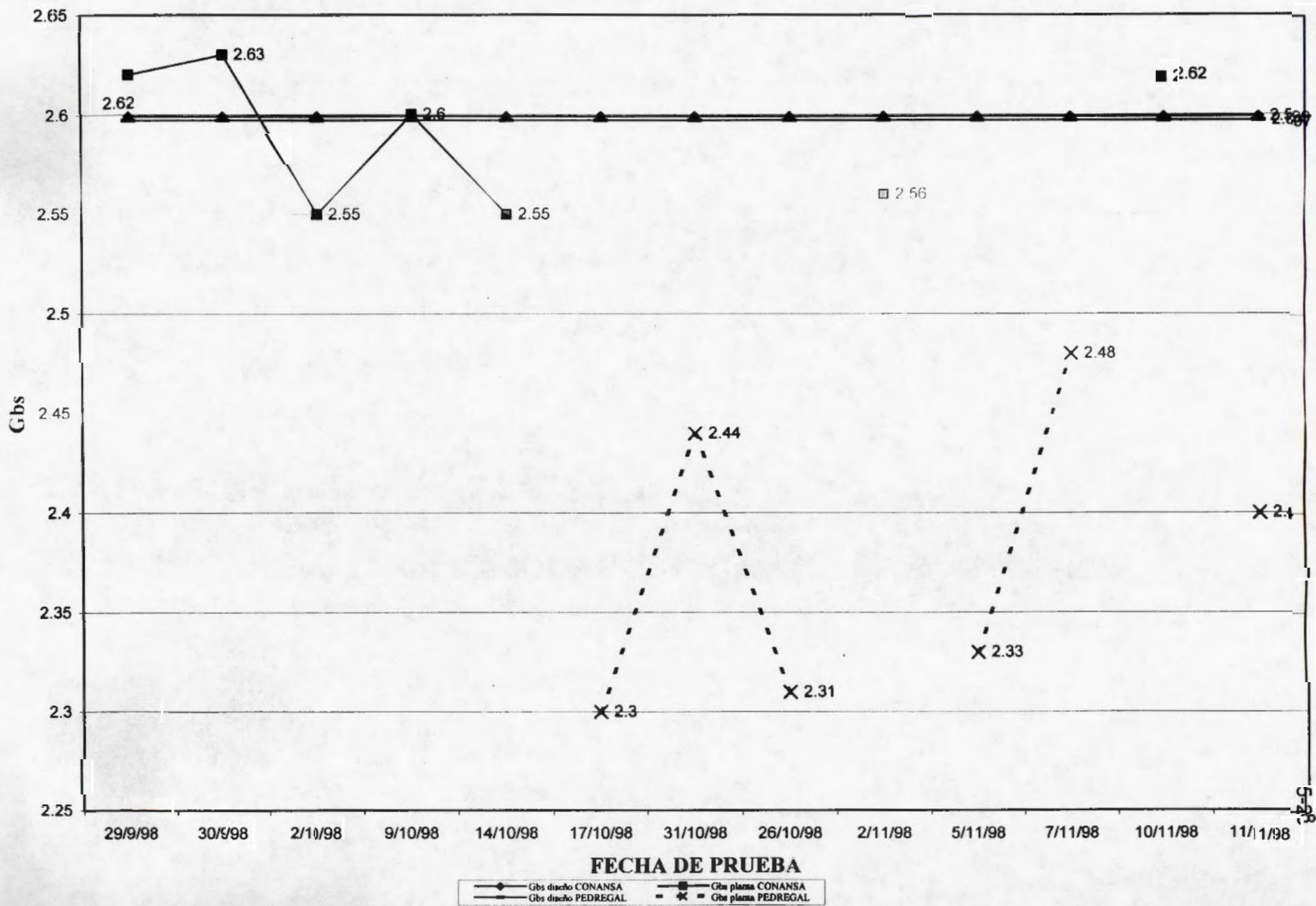
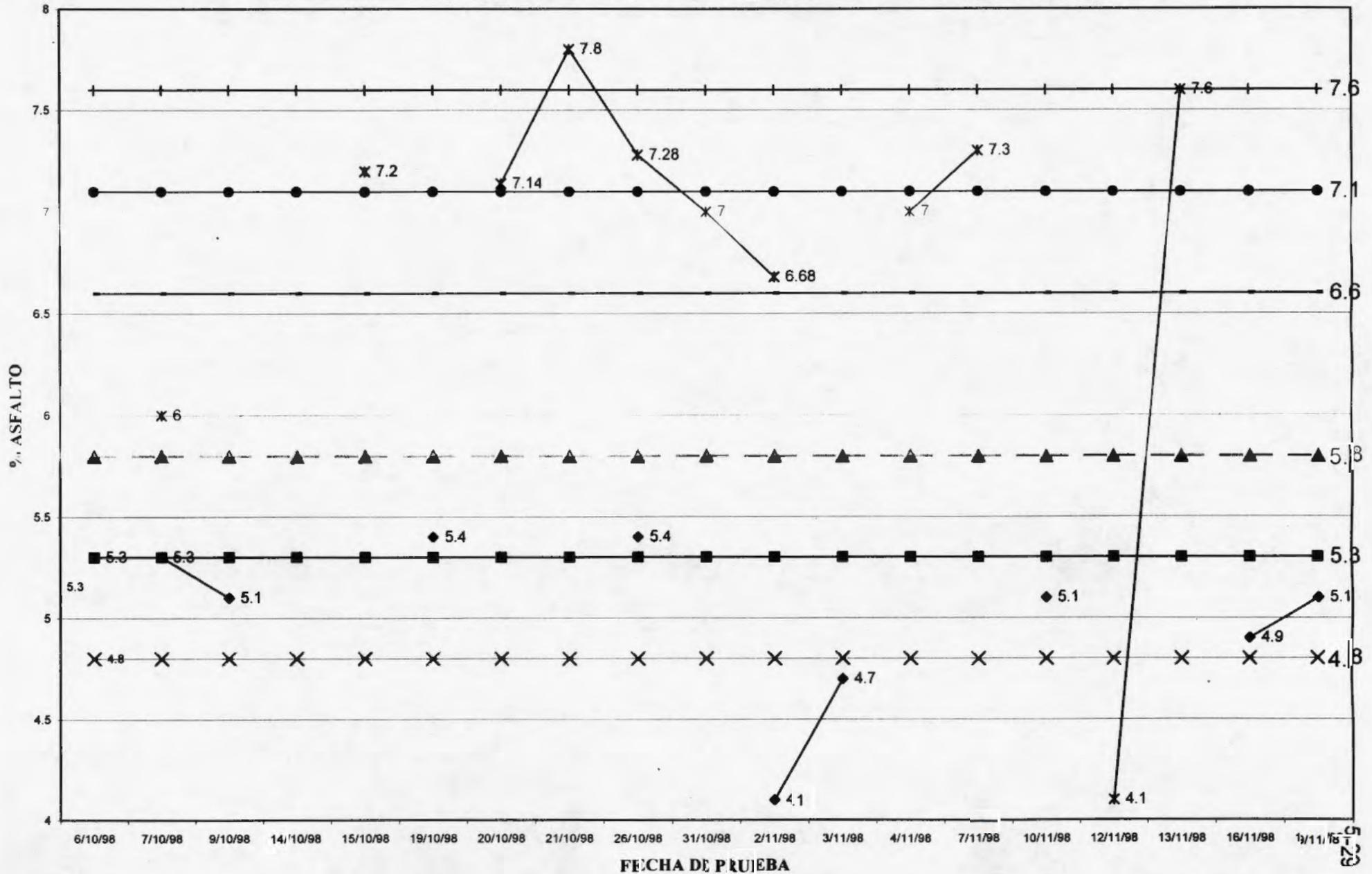


Figura No 5.14 Comparación entre % de asfalto de las plantas CONANSA Y PEDREGAL



◆ % asf planta CONANSA ■ % asf disco CONANSA ▲ límite superior CONANSA ✕ límite inferior CONANSA
 ◆ % asf planta PEDREGAL ■ % asf disco PEDREGAL ▲ límite superior PEDREGAL ✕ límite inferior PEDREGAL

CAPITULO 6

AUDITORIA DE PROYECTOS

6. AUDITORIA DE PROYECTOS

Debido a la poca actividad desplegada en proyecto durante el mes de diciembre, la auditoría de proyectos se abocó a desarrollar un formulario mejorado para realizar las visitas a proyecto en el año 1999. Este nuevo formulario de auditoría en campo simplifica al anterior que se usó en 1997-1998 e incluye una sección para los sellos asfálticos que se contrataron en algunos proyectos.

En el anexo 6 A se presenta la última versión del formulario de auditoría que se empezará a utilizar en 1999. Es importante que los ingenieros de proyecto lo conozcan para que administren completamente su proyecto.

El nuevo esquema de funcionamiento de la auditoría en 1999 será hacer las visitas en forma sorpresiva y emitir una nota para el ingeniero de proyecto y al consultor con los aspectos que no se cumplen respecto a los lineamientos generales. Se esperará una explicación técnica de estos funcionarios sobre los aspectos que no se estén cumpliendo conforme a especificaciones y documentos firmados. En algunos proyectos se elaborará un video para ser analizado en una reunión posterior con el grupo de ingenieros consultores del programa.

La auditoría técnica debe cuestionar sobre aquellos aspectos que no se estén realizando conforme lo indica el cartel y el contrato de obras. Los ingenieros encargados deben explicar las razones por las cuales el proyecto está funcionando de la forma en que se percibe en las visitas de auditoría. El objetivo general que se busca es eficiencia en la ejecución de los contratos y obras, no debe entenderse, por error que lo que se busca es hacer una cacería de brujas. También la auditoría conoce y toma en cuenta la falta de disciplina y cumplimiento de muchas empresas constructoras nacionales, pero se busca que el ingeniero deje muy claramente establecido (por escrito) los aspectos en que la empresa constructora no está cumpliendo con el contrato.

ANEXO 6 A

FORMULARIO DE AUDITORIA DE PROYECTOS

Fecha de visita: _____

Hora de inicio de visita: _____

Proyecto No: _____ **Ubicación:** _____

Empresa: _____

Zona: _____ **Ruta No:** _____

Sección de control: _____

Nombre del ingeniero auditor: _____

Nota: Este formulario debe ser llenado por el auditor después de observar las labores que realiza la cuadrilla de trabajo en sitio o los trabajos hechos previamente en las rutas.

Descripción general de labores observadas en la visita:

Firma del auditor en la visita: _____

AUDITORIA DE LA SEGURIDAD VIAL

Debido a que se han divulgado las funciones de los ingenieros e inspectores, se espera un buen cumplimiento en cuanto a seguridad vial. Sin embargo, se deben comentar con claridad las faltas que se observen.

PROYECTO: _____ FECHA: _____

ASPECTOS A OBSERVAR	SI	NO	COMENTARIO
Hay rótulos?			
Son suficientes en cantidad?			
Tienen las dimensiones mínimas?			
Son de color naranja?			
Tienen la leyenda correcta?			
Están a 1.50 m del suelo?			
Se usan chalecos?			
Hay banderilleros?			
Saben hacer su trabajo?			
Se usan banderillas?			
Se cierra la zona de trabajo?			
Se usan conos suficientes?			
Se dejan obstáculos sin prevención?			
Se dejan baches abiertos?			
Se maneja bien el paso de carros?			
Otros: _____			

AUDITORIA DE BACHEO

El proceso de bacheo debe ser elaborado con mucho cuidado para que sea de larga duración.

PROYECTO: _____ FECHA: _____

ASPECTOS OBSERVADOS	SI	NO	COMENTARIOS
Se marca correctamente el pavimento fallado ?			
Se corta con sierra ?			
Se extrae el material sin dañar los bordes ?			
Se revisa la base del bacheo?			
Se diferencia el bacheo menor del bacheo mayor?			
La forma del bache es regular?			
Se revisa la boleta de la mezcla que llega ?			
A cuáles temperaturas se rechaza la mezcla?			
Se calibra la termocupla?			
Cuándo se suspenden las labores?			
Existe tanque distribuidor y rociador de ligante?			
Se rocía correctamente?			
Se logra un acabado a nivel?			
Se hizo sección de prueba de la compactación?			
Se conoce el número de pasadas adecuado?			
Se hacen capas de mezcla para compactar?			
El compactador funciona correctamente?			
Otros:			
Otros:			
Otros:			

AUDITORIA GENERAL

Aspectos técnico administrativos de cada proyecto

PROYECTO: _____ FECHA: _____

ASPECTOS A OBSERVAR	SI	NO	COMENTARIOS
Existe la bitácora de proyecto?			
Se utiliza regularmente esta bitácora?			
Se utiliza la bitácora de toma de muestras?			
Se toman muestras regularmente?			
Cuál laboratorio ha tomado muestras?			
Se toman muestras con métodos aleatorios?			
Está presente el ingeniero residente del contratista?			
Hay un capataz asignado en la cuadrilla?			
Está la cuadrilla de equipos completa cada día?			
Ha fallado algún equipo?			
Se reemplazó el equipo antes de seguir?			
Se está cumpliendo el auto-control de calidad?			
Cómo se mide el volumen de bacheo?			
Dónde se anotan estos datos de volumen?			
Tiene carro el inspector? Y el Ingeniero			
Otros:			

AUDITORIA ACTIVIDADES MENORES

Actividades: Limpieza de drenajes y alcantarillas, conformación de espaldones, carga y acarreo, chapea manual y sellos asfálticos.

PROYECTO: _____ FECHA: _____

ASPECTO A OBSERVAR	SI	NO	COMENTARIO
Se desechan los materiales diariamente?			
Se autorizó un sitio adecuado para botar materiales?			
Están los drenajes y alcantarillas funcionando bien?			
Está la vegetación cortada adecuadamente?			
Faltan caños y cunetas en la ruta?			
Se mide correctamente la cantidad de material de desecho?			
Quién lo mide?			
SELLOS SUPERFICIALES			
Se reparan los baches en la superficie original?			
Se reparan fugas y drenajes?			
Se limpia con barredora mecánica?			
Se revisan los equipos de riego de emulsión y agregado?			
Se hace el sello en forma continua y rápida?			
Se trabajan bien las juntas y los extremos del sello?			
Se hizo algún control de ejecución del riego?			
Otro:			
Otro:			
Otro:			

AUDITORÍA GENERAL ADMINISTRATIVA

En esta sección se pretende analizar si el ingeniero de proyecto tiene un dominio suficiente de los aspectos técnico administrativos que rigen la contratación.

PREPARACION DEL INGENIERO DE PROYECTO (1)	SI	NO	COMENTARIOS
Conoce el ingeniero las sanciones relacionadas con cuadrillas mínimas?			
Conoce las sanciones existentes por no cumplir con señalamiento vial?			
Conoce las sanciones cuando la empresa suspende obras sin razón?			
Revisó usted el diseño de mezcla? Lo pidió de antemano? Conoce su ajuste a la planta?			
Revisó usted el plan de auto control de calidad presentado por la empresa?			
Aprobó usted el laboratorio que usa la empresa para demostrar su calidad?			
Ha observado usted la toma de muestras que hace el laboratorio?			
Exigió usted el uso de bitácora desde el primer día de labores?			
Revisó y aprobó usted el plan mensual de obras y el flujo mensual de caja?			
Conoce usted el sistema de pago en función de calidad?			
Conoce usted cuáles son las funciones de verificación del laboratorio oficial (Lanamme).			
Sabe usted qué hacer si el contratista no demuestra la calidad de sus obras?			

PREPARACION DEL INGENIERO DE PROYECTO (2)	SI	NO	COMENTARIO
Cuáles requisitos exige usted para tramitar el pago de facturas?			
Sabe usted en qué condiciones puede pedir la ejecución de la garantía de cumplimiento?			
Participó usted de la reunión de pre-construcción con la empresa?			
Verifica usted que la labor diaria del inspector sea correcta?			
Verifica usted el cumplimiento de las brigadas mínimas del cartel?			
Verifica usted que todos los equipos cumplan con lo solicitado en el cartel?			
Cómo exige usted el control de compactación en el proyecto?			
Cómo controla usted el cumplimiento del avance mensual de proyecto?			
Sabe usted cuáles son eventos compensables y no compensables en el plazo de este proyecto?			
Cómo piensa controlar el pago de los reajustes de precios? Conoce usted las reglas de pago?			
Coordina usted su labor con el ingeniero residente de la empresa?			
Ofreció usted vehículo propio para su transporte en el proyecto?			
Recibe usted guía y entrenamiento adecuados del ingeniero consultor?			

CAPITULO 7

CONTROL DE PLANTAS

7. CONTROL DE PLANTAS

7.1 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DE PLANTAS

El procedimiento general se basa en los siguientes aspectos:

- Control de uniformidad de producción
- Control de operación mecánica de plantas
- Supervisión de la entrega del producto (despacho)
- Aprovisionamiento de material y equipo para la inspección
- Supervisión del auto-control de calidad en las plantas

7.1.1 Control de uniformidad de la producción

Se sustenta básicamente en el informe diario de inspección.

Se controlan aspectos básicos del proceso productivo, a saber:

- a- Identificación de agregados en patio de acuerdo a los propuestos para la ejecución de la fórmula de trabajo vigente (diseño de mezcla).
- b- Verificación de los porcentajes correspondientes de agregados y asfalto de acuerdo al diseño.
- c- Monitoreo de las temperaturas del mezclado.
- d- Identificación de producto con problemas de uniformidad de producción (recubrimiento irregular de agregados en la mezcla, segregación evidente en el proceso, variabilidad en la temperatura de mezclas y otros).

- e- Monitoreo general de operación de planta para identificación de problemas que afecten la producción, tales como: secado de agregados, tiempo de mezclado, quemado completo del combustible del quemador, otros.
- f- Muestreo de mezcla asfáltica, agregados y cemento asfáltico de acuerdo al plan de muestreo solicitado previamente al inspector por parte del LANAMME. Para esto se utilizan las bitácoras de muestreo correspondiente.
- g- Control de operación mecánica básica de la planta.
- h- Otros.

7.1.2 Control de operación mecánica de plantas

Con base en las visitas regulares realizadas por el Ing. Walter Acuña O. y notificaciones remitidas por los inspectores se identifican problemas específicos de operación en las plantas. Estos problemas pueden llevar al cierre temporal de la misma para la corrección del problema que la afecta.

Se trata de tener excelente coordinación entre el LANAMME y el Ing. Acuña con el fin de aplicar las medidas correctivas pertinentes en la operación general de la planta. Serán los contratistas quienes en última instancia soliciten una verificación de las correcciones realizadas en las plantas para su respectiva orden de reapertura

7.1.3 Supervisión de la entrega de la mezcla

El inspector asignado controla las cantidades de material producido diariamente y el destino de cada una de las vagonetas con material involucrado en el P.M.R.

Esta información se maneja por medio de las **guías de entrega**, ninguna vagoneta puede salir si no cuenta con este documento. En estas guías se registra el peso del material, temperatura de salida y destino. Adicionalmente se debe indicar si la vagoneta fue muestreada para que se proceda a ubicar con exactitud el sitio de colocación de la mezcla en el proyecto.

7.1.4 Aprovisionamiento de documentación y equipo para la inspección

Con el fin de poder cumplir a cabalidad con sus obligaciones de inspección, regularmente se visitan las plantas para entregar el material necesario para el proceso de inspección y muestreo.

La lista de material básico es la siguiente:

a- Documentos:

- Guías de entrega
- Informes diarios de inspección
- Bitácoras de muestreo
- Colillas para identificación de muestras

b- Material:

- Cajas para toma de muestras de mezcla
- Sacos para la toma de muestras de agregados
- Tarros para el muestreo de cemento asfáltico
- Cinta adhesiva y plástico para el sellado de muestras

Además de los puntos indicados anteriormente se verifica regularmente el buen estado de la termocupla asignada a cada inspector.

7.2 SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN POR PLANTA

Estas plantas suplen la mezcla para los proyectos que se indican en la tabla 7.1

Así como también los proyectos de rehabilitación de:

Autopista General Cañas

Autopista Florencio del Castillo

Autopista Próspero Fernández

Carretera Braulio Carrillo

Actualmente se trabaja en la preparación de una guía de funciones y responsabilidades del inspector de plantas con el fin de uniformizar criterios de la labor que ellos deben ejecutar, paralelamente se está preparando una serie corta de cursos de capacitación con el fin de fortalecer el trabajo y poner a discusión los problemas que cotidianamente se experimenta en el trabajo de inspección en una planta de mezcla asfáltica en caliente.

7.3 FUNCIONES Y ACTITUDES DE LOS INSPECTORES DE PLANTA

La labor del inspector de campo es fundamental para asegurar las condiciones de funcionamiento adecuado y en condiciones óptimas de seguridad, para las plantas procesadoras de mezcla asfáltica.

El inspector debe coordinar sus labores con la Coordinación General de Plantas y la Consultoría de Inspección de Plantas, además, deberá acatar las indicaciones generales de la Coordinación de Verificación de la Calidad en lo referente a políticas de muestreo.

Entre las funciones y actitudes del inspector de planta se encuentran:

- Conocimiento pleno de la fórmula de trabajo vigente (diseño de mezcla)

Tabla 7.1 Resumen de plantas involucradas en el P.M.R.

Licitación	Región	Zona	Nombre	Contratista	Planta	Mezcla asfáltica *	Inspector
LP28-98	Central	1-3	Los Santos	MECO	Meco	1278 1278	Edwin Brenes
LP24-98	Central	1-1	San José>10000	Belén Ltda.	Pedregal	4290 4290	Emilio Villalobos
LP45-98	Pacífico Central	6-1	Puntarenas	Belén Ltda.	Tárcoles	1144	pendiente
LP46-98	Pacífico Central	6-2	San Mateo	Belén Ltda.	Tárcoles	1140 2284	
LP26-98	Central	1-2	Puriscal	Escojisa	Meco	1351 1351	Edwin Brenes
LP27-98	Central	1-3	Cartago	Comesa	Comesa-Virilla	2486	Roylan Calvo
LP29-98	Central	1-4	Turrialba	Comesa	Comesa-Virilla	897	
LP33-98	Norte	2-3	San Carlos>900	Comesa	Comesa-Virilla	1766	
LP34-98	Norte	2-3	San Carlos<900	Comesa	Comesa-Virilla	1331	
LP38-98	Atlántica	4-1	Limón	Comesa	Comesa-Virilla	1654 8134	
LP25-98	Central	1-1	San José<10000	M&S	Meco	4134	
LP30-98	Norte	2-1	Alajuela	M&S	Meco	3110	11837
LP31-98	Norte	2-2	San Ramón Este	M&S	Meco	1766	
LP47-98	Heredia	7-1	Heredia	M&S	Meco	2827	
LP32-98	Norte	2-3	San Ramón Oeste	Meco	Meco	1740	
LP41-98	Sur	5-1	San Isidro	Meco	Meco	2940 4680	
LP35-98	Pacífico Norte	3-1	Liberia	Acosol	Pedregal , Nicoya	2384	Jorge Miranda Martínez
LP36-98	Pacífico Norte	3-2	Nicoya	Acosol	Pedregal , Nicoya	2321	
LP37-98	Pacífico Norte	3-3	Cañas	Acosol	Pedregal , Nicoya	1909 6614	
LP39-98	Atlántica	4-2	Siquirres	Conansa	Conansa-Calle Blancos	1339	Juan José Mora
LP40-98	Atlántica	4-3	Guápiles	Conansa	Conansa-Calle Blancos	1308 2647	
LP42-98	Sur	5-2	Coto Brus	Sanchez Carvajal	Planta SANCAR, El Ceibo	1070	Juan Jesús Castro
LP44-98	Sur	5-2	Río Claro	Sanchez Carvajal	Planta SANCAR, El Ceibo	2595 3665	
* cantidad de mezcla en m ³					TOTAL	46780	

- Controlar periódicamente la temperatura de la mezcla asfáltica que se está produciendo.
- Realizar el muestreo de mezcla asfáltica, ligante asfáltico, agregado de bache seco o húmedo, agregado de apilamiento y combustible del quemador, de acuerdo con las disposiciones generales de la Coordinación de Verificación de la Calidad, tanto en lo que respecta a frecuencia, como en procedimientos.
- Aplicar técnicas de muestreo aleatorio, cuando sea solicitado por la Coordinación de Verificación de la Calidad.
- Identificar claramente todas las muestras tomadas, indicando cuánta información esté disponible y especificando claramente el proyecto a que se refieren.
- Proteger las muestras tomadas, encargándose de que no sean contaminadas ni expuestas al intemperismo. Mientras las muestras no sean retiradas por los ingenieros de muestreo del LANAMME, su estado es responsabilidad del inspector de planta.
- Elaborar las guías de entrega de la mezcla asfáltica producida y despachada en planta, encargándose de llenar su contenido a conciencia y con elementos de juicio apropiados.
- Observar los muestreos de mezcla asfáltica, ligante asfáltico, agregado de bache seco o húmedo, agregado de apilamiento y combustible del quemador, que sean realizados por el contratista o su laboratorio dentro de las instalaciones de la planta. Deberá responsabilizarse de que se introduzca la información respectiva en la bitácora de muestreo, de manera inmediata a la operación de muestreo y de manera realista.
- Observar y tomar anotaciones del manejo de los apilamientos de agregado en la planta.
- Tomar anotaciones regularmente sobre la temperatura del asfalto en los tanques, así como del agregado que está siendo proceso en la planta.

- Observar y tomar anotaciones del funcionamiento y calibración de los sistemas de calentamiento, control de temperatura y dosificación por peso en la planta asfáltica.
- Realizar las anotaciones del informe de control de plantas.
- Realizar evaluaciones periódicas sobre los acarrees de agregado para la planta, indagando su procedencia y características generales. Los cambios en la procedencia o tipo de agregado acarreado deberán ser reportados con la mayor brevedad al Coordinador General de Plantas.
- Mantener registro de los cambios en la fórmula de trabajo (proporciones de cada tipo de agregado y de ligante asfáltico), reportándolos inmediatamente no sólo en los formularios de control de plantas, sino que también en forma verbal con el Coordinador General de Plantas.
- Llevar un control de la cantidad de mezcla asfáltica despachada para cada proyecto particular. Dicho control será realizado preferiblemente por peso.
- Verificar las condiciones de seguridad en la planta y ser la primera persona en ponerlas en práctica (dar el buen ejemplo).
- Rechazar la mezcla asfáltica despachada en caso de que sea producida a una temperatura de 15°C por encima del máximo valor recomendado para el ligante asfáltico siendo utilizado, o a una temperatura de 15°C por debajo del mínimo valor recomendado para el ligante asfáltico siendo utilizado. (Rangos OK?) (Salvedad de la mezcla tomada de un silo?).
- Rechazar la mezcla asfáltica despachada en caso de que presente contaminación evidente con partículas extrañas (solventes como diesel, vegetación, tierra, etc), o en caso de que presente segregación extrema.

- Rechazar la mezcla asfáltica que sea producida con un tipo de agregado diferente al del diseño de mezcla o fórmula de trabajo vigente, que utilice agregado de otra procedencia a la del diseño de mezcla, o que represente un cambio radical a la fórmula de trabajo vigente (cambio en la dosificación de algún tipo de agregado en más de un 10 % o cambio en la dosificación del contenido de asfalto en más de 1.0 %).
- Ejercer la autoridad inspectiva en todos sus alcances. Debe representar una autoridad ante el contratista.
- Si el inspector no emite una guía de entrega, se entiende que hay rechazo de la mezcla y este trabajo no se paga ni se acepta, salvo que el ingeniero de proyecto reciba un documento con un sólido soporte experimental donde el contratista garantice su calidad.
- El inspector debe asegurarse de seguir los cuidados recomendados en el uso y mantenimiento de la termocupla, debiendo responsabilizarse porque sea calibrada periódicamente. Dicha calibración puede ser realizada con los ingenieros de muestreo del LANAMME o trayendo la termocupla a revisión en las instalaciones del LANAMME.
- Mantener una buena disciplina de trabajo todos los días.
- El inspector se retira (previa consulta con el Coordinador General de Plantas o con la Consultoría de Inspección de Plantas), cuando no se cumplan los procedimientos y controles mínimos del contrato.
- El inspector debe solicitar con adecuada anticipación sus necesidades de material para trabajar: cajas, formularios, boletas de muestreo, guías de entrega, termocuplas, etc. Dichas necesidades deben ser formuladas al Coordinador General de Plantas.

7.4 DIAGNÓSTICO DE PLANTAS

7.4.1 Planta MECO

Planta ubicada en el sitio conocido como La Olla, en las inmediaciones del SINART, en la Uruca.

Planta continua marca ASTEC de doble barril , flujo invertido. Capacidad de producción de 200 toneladas por hora , con silo de almacenamiento de 150 toneladas.

De acuerdo al informe del Ing. Acuña se encuentra en perfecto estado de funcionamiento.

Presentaron al LANAMME diseño de mezcla, realizado por laboratorio Vieto y Asoc.

7.4.2 Planta CONANSA

Instalada en Calle Blancos de Goicoechea. Planta estandar de producción de bache o amasado. A pesar de ser una planta bastante vieja ha sido modernizada y sujeta a un buen mantenimiento.

Presenta un buen manejo de agregados, apilamientos homogenizados regularmente.

Ultimo diseño presentado en mayo de 1998.

7.4.3 Planta SANCHEZ-CARVAJAL

Planta ADM, de dosificación continua con buen mantenimiento . Apropiado manejo de agregados, acompañado de buen control interno de calidad.

La planta se encuentra ubicada en El Ceibo, Buenos Aires.

Presentó diseño de mezcla.

7.4.4 Planta COMESA, Virilla

Instalada en la margen del Río Virilla, carretera a Heredia.

Planta estandar de bache bastante vieja, la cual constantemente ha experimentado serios problemas de operación, con un deficiente mantenimiento y manipulación de agregados.

Actualmente se encuentra cuestionada y sin visto bueno de operación por parte del Ing. Acuña.

A la fecha no ha presentado diseño de mezcla.

7.4.5 Planta BELEN

Instalada en la margen del Río Tárcoles , carretera a Jacó.

Planta de producción continua Astec de doble barril. Ha presentado problemas en los mandos electrónicos.

No hay diseño de mezcla presentado.

7.4.6 Planta PEDREGAL,SAN ANTONIO

Planta de dosificación continua. Los mandos electrónicos están bien calibrados . Tiene problemas de finos en la caja de filtros (baghouse).

Los problemas de esta planta se centran fundamentalmente en la variabilidad de los agregados utilizados en la producción de mezcla asfáltica.

Se trabaja con el diseño de mezcla presentado el año pasado.

7.4.7 Planta PEDREGAL,NICOYA

Planta de producción de bache Barber Green, inicialmente presento serios problemas de operación, los cuales se han ido corrigiendo paulatinamente. Ha presentado problemas con

el material del tajo producto de modificaciones en los quebradores. Actualmente está condicionado su funcionamiento por parte del Ing. Acuña.

Presentó diseño de mezcla pero fue rechazado por el MOPT.

7.4.8 Planta M&S, Naranjo

A la fecha no se ha visitado, presentó diseño de mezcla con agregados del Tajo Zarcero, los mismos que dieron problemas en el proyecto de rehabilitación de la Ruta 1, tramo comprendido entre San Ramón-Barranca.

CAPITULO 8

**VERIFICACION DEL AUTO -
CONTROL**

8. VERIFICACION DEL AUTO-CONTROL

8.1 GENERALIDADES

La verificación del autocontrol ejecutado por los contratistas se sustenta fundamentalmente en poder establecer un procedimiento sencillo de comunicación y manejo de la información generada a raíz del correcto uso de las bitácoras de muestreo, con esto en mente el LANAMME por medio del ingeniero a cargo de poner en práctica esta metodología, se está dando a la tarea de ir preparando a los ingenieros de proyecto, inspectores de planta e inspectores de campo en el uso correcto de la información que pueden y deben generar las bitácoras de muestreo.

Para lograr dicho objetivo inicialmente le fue entregado a los ingenieros asignados hasta, la fecha, copia de una guía general para la implementación de la metodología del autocontrol en el Proyecto de Mantenimiento Rutinario (P.M.R.), acompañado de una nota donde se les indicaba la necesidad de estudiar el documento y hacer todas las observaciones que ellos consideraran pertinentes. Después de un plazo prudencial, no se recibió ninguna observación a dicha guía, por lo que se puede desprender que el mismo cumplió con las expectativas con que fue creado, o en el peor de los casos no fue estudiado en su debido momento.

Queda pendiente poner al tanto de esta información a los nuevos ingenieros de proyecto, recientemente nombrados.

8.2 REUNIONES DE INFORMACION Y COORDINACION

8.2.1 REUNIONES CON INGENIEROS DE PROYECTO

Se sostuvieron una serie de reuniones individuales con los ingenieros de proyecto, con el fin de discutir y analizar la metodología de verificación que se sugiere en la guía entregada y cuyo fin es ser implementado en los 23 proyectos del P.M.R. para este año.

Dentro de las observaciones más importantes surgidas de estas conversaciones se pueden mencionar las siguientes:

- La facultad que tiene el ingeniero de proyecto de poder someter al contratista a un control riguroso de su programa de muestreo.
- Las dificultades que se pueden dar, primordialmente en el campo, para el manejo de las bitácoras.
- La necesidad de informar a los laboratorios privados de estos nuevos mecanismos de control.
- Definir claramente en las reuniones de pre-construcción el establecimiento de estos controles por parte de la administración.
- Se vuelve imprescindible para el buen desarrollo de los proyectos la existencia de un programa de muestreo por parte del contratista, ajustado a las exigencias del cartel.
- La necesidad de capacitación tanto a los inspectores de planta, como a los de campo, no solo del buen manejo de las bitácoras de muestreo y su cuidado, sino también, en el establecimiento de un canal de comunicación que le permita al ingeniero de proyecto y

al LANAMME contar con la información en el momento oportuno para generar sus respectivos informes.

- Se desprende de las reuniones, y a criterio de la mayoría, que las bitácoras de muestreo van a cumplir un papel fundamental para el buen manejo y control de los programas de muestreo, y un respaldo de suma importancia para el ingeniero de proyecto en el trámite de estimaciones y castigos, en las situaciones en que estos se deban aplicar.
- Permitirá al contratista respaldar sus informes de auto-control.

El calendario de reuniones que se sostuvieron se presenta resumido en la tabla siguiente:

Tabla 8.1 Calendario de reuniones con ingenieros de proyecto

Nombre	Lugar	Fecha
Ing. Jorge Mata	MOPT	27-10-98
Ing. Juanita Pacheco	MOPT	16-11-98
Ing. Manuel Serrano	MOPT	27-10-98
Ing Victor Gutiérrez	LANAMME	16-11-98
Ing. Marvin Moya	MOPT	11-01-99
Ing. Jorge Salazar	MOPT	Pendiente
Ing. Manuel Viquez	MOPT	12-01-99
Ing. Darwin Mena	MOPT	12-11-98
Ing. Juan José Mesén	MOPT	12-11-98
Ing. Seidy Arrieta	MOPT	Pendiente
Ing. Adalid Villanea	MOPT	Pendiente
Ing. Luis Chavarria	MOPT	15-01-99
Ing. Mauricio Calvo	MOPT	Pendiente
Ing. Ronald Fonseca	MOPT	Pendiente
Ing. Erick Aguilar	MOPT	Pendiente
Ing. Margarita Soto	MOPT	12-01-99
Ing. Carlos Villalta	LANAMME	06-01-99

8.2.2 CAPACITACIÓN A INSPECTORES DE PLANTAS

En este período se encontraban operando solamente tres plantas de mezcla asfáltica para el P.M.R., la planta de Pedregal en San Antonio de Belén con la inspección del Sr. Emilio Villalobos, la planta de Conansa con la inspección de los Sres. Juan José Mora y Roylán Calvo, la planta MECO con la inspección del Sr. Edwin Brenes.

En visitas realizadas a estas plantas se informó a los inspectores la introducción en sus funciones del uso de las bitácoras de muestreo y su pronta aplicación en los proyectos del P.M.R., que están por iniciar o que han iniciado. Con el fin de ir familiarizándolos en el uso de estos formularios se les entregó un juego de bitácoras y en sitio se les instruyó sobre cómo deben ser llenados los formularios y quiénes son las únicas personas que pueden tener acceso a estos documentos. Se les dio la indicación de que a partir del momento de su entrega pusieran en práctica su uso con el fin de ir dominando la información que cada formulario exige.

Posteriormente en las reuniones de capacitación realizadas en el LANAMME el año anterior y principios de este, se completó la capacitación en cuanto a su uso y se aclararon las dudas que habían acumulado en los días previos a la reunión. Quedó claro en ese momento que el uso que se hizo preliminarmente de las bitácoras era solamente para efectos de capacitación y formalmente registrarán con los 23 proyectos del P.M.R., y otros donde se les indique oportunamente.

A partir de este momento en cada visita que realiza por el LANAMME para la toma de muestras o recoger muestras tomadas por los inspectores, se ha corroborado que los inspectores están llenando los formularios de una manera correcta.

Cabe mencionar que con el nombramiento de los nuevos inspectores de plantas, se vuelve necesario poner en calendario nuevas sesiones de capacitación no solo en este campo, sino en todos aquellos que envuelven el buen desempeño de un inspector de planta.

8.2.3 CAPACITACIÓN A INSPECTORES DE CAMPO

En las diversas reuniones sostenidas con los ingenieros de proyecto se estableció que serán ellos los que inicialmente coordinen y capaciten a los inspectores de campo en el uso de las bitácoras de muestreo. Sin embargo será necesario que el LANAMME prepare una reunión de capacitación para verificar y aclarar cualquier duda que puedan presentar los inspectores en este sentido.

8.3 ENTREGA DE BITÁCORAS DE MUESTRO

Con el fin de establecer un estricto control en la entrega y manejo de las bitácoras de muestreo se procedió a identificar cada formulario con un código único y consecutivo que permite, al momento de su entrega, ser recibido y registrado por el ingeniero de proyecto o inspector en un libro que para tal efecto se preparó.

Los códigos y cantidades de las bitácoras existentes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8.2 Códigos y cantidades de bitácoras de muestreo

Lugar de Muestreo	Código	Descripción	Cantidad
PLANTA	PM	Muestreo de mezcla asfáltica	PM01 a PM25
	PA	Muestreo de agregados	PA01 a PA25
	PC	Muestreo de cemento asfáltico	PC01 a PC10
SITIO	SM	Muestreo de mezcla	SM01 a SM10
	SA	Muestreo de agregados	SA01 a SA05
	SN	Muestreo de núcleos	SN01 a SN10

8.4 PUESTA EN EJECUCIÓN

La puesta en ejecución de las bitácoras de muestreo se ha visto afectada por tres aspectos fundamentalmente, a saber:

- El no inicio de varios proyectos que por contratación directa estaban contemplados para la puesta en ejecución de las bitácoras de muestreo, como se detallará posteriormente.
- El retraso en el proceso de impresión de las bitácoras, debido a los problemas de flujo de caja que se han dado en el proyecto en los últimos meses, y que es de todos conocido.
- La imposibilidad de la aplicación de este tipo de mecanismo de control, por no estar contemplado en los carteles de licitación correspondientes y a criterio de algunos consultores era improcedente su uso.

En los apartados siguientes se detalla brevemente la situación de las bitácoras de muestreo en cada proyecto.

8.4.1 PROYECTO SAN JOSÉ, ZONAS 1-1 Y 1-2 (CONANSA)

En esta ampliación de contrato no fue conveniente su aplicación por estar fuera de las especificaciones del cartel, de acuerdo a los comentarios por parte de la Ing. Juanita Pacheco.

8.4.2 PROYECTO PUNTARENAS, ZONAS 6-1 Y 6-2 (ACOSOL)

Este proyecto término y por lo avanzado que se encontraba al momento de contar con las bitácoras de muestreo, el ingeniero de proyecto consideró improcedente su utilización.

8.4.3 PROYECTO HEREDIA, ZONA 7-1 (MECO)

El ingeniero de proyecto las está usando como plan piloto para capacitar a sus inspectores de campo, obviamente sin carácter oficial.

8.4.4 PROYECTO SAN RAMÓN, ZONA 2-2 (ESCOJISA)

El consultor de la zona le indicó al ingeniero de proyecto no poner en ejecución las bitácoras, ya que no habían sido tema de discusión en las reuniones de pre-construcción y podrían generar roces con el contratista, al no estar contemplados como mecanismos de control en el cartel de licitación.

8.4.5 PROYECTO PACÍFICO NORTE, ZONAS 3-1,3-2,3-3 (ACOSOL)

El Ing. Juan José Mesén tiene toda la intención de utilizar las bitácoras en los proyectos que están por iniciar esta semana, ya sea oficialmente si el cartel se lo permite, o como plan de capacitación para sus inspectores en los proyectos que se avecinan.

8.4.6. PROYECTOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO (P.M.R.-1999)

En las dos primeras semanas de este año se dio orden de inicio a la mayoría de los 23 proyectos del mantenimiento rutinario, por lo que no se pueden hacer comentarios sobre el funcionamiento de este mecanismo de control a esta fecha.

ANEXO

GUIA PARA LA SUPERVISION DEL AUTOCONTROL

INFORME PRELIMINAR

**GUIA PARA LA SUPERVISION DEL CONTROL DE CALIDAD
A REALIZAR POR LOS CONTRATISTAS**

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO

CONVENIO M.O.P.T.-U.C.R.

PREPARADO POR : ING. OSCAR MARTINEZ M.

Octubre de 1998

INTRODUCCION

La verificación del auto-control se sustenta en el hecho de que todo el proceso de control de calidad es responsabilidad exclusiva del Contratista, pero teniendo siempre presente que la Administración por medio del Ingeniero de Proyecto tiene la potestad de establecer mecanismos que le permitan evaluar periódicamente el cumplimiento de las especificaciones que están establecidas en cada uno de los carteles de licitación, además la idoneidad de la metodología de auto-control que realiza el contratista.

El control de calidad de cada uno de los proyectos del Programa de Mantenimiento Rutinario debe sustentarse en el establecimiento de un mecanismo simple y ágil que permita a cada una de las partes involucradas cumplir de la mejor forma con los compromisos adquiridos en este tipo de convenios. Es así como el ingeniero de proyecto debe de contar con la información mínima, segura y necesaria para realizar estimaciones de pago de los trabajos realizados de una forma justa y lo más cercano posible a la realidad de la calidad del proyecto que él maneja. Mientras que por el lado del Contratista un cumplimiento del control de calidad dentro de los parámetros establecidos por el cartel le permitirá garantizar un trabajo que cumple con las especificaciones establecidas, dentro de un marco de uniformidad de producción y cumplimiento del cronograma de trabajo, que generará una fluida tramitación de pagos por los trabajos desarrollados.

En el proyecto anterior (Cero Huecos) , la mecánica del auto-control de calidad no se ejecutaba de la mejor manera, debido a que la administración del proyecto tomo prácticamente el rol de ente encargado de ejecutar el control de calidad con el fin de dar trámite a las estimaciones de pago correspondientes. Se podría decir que la administración de proyectos se sustentó casi por completo en la información suministrada por el laboratorio encargado de realizar la verificación de la calidad para dar trámite a las

estimaciones presentadas por los ingenieros de proyectos. Hoy día lo que se pretende es restablecer los mecanismos idóneos que permitan garantizar la calidad de los trabajos realizados por los contratistas, teniendo como premisa que son ellos precisamente los encargados de garantizar esa calidad.

La supervisión del autocontrol de calidad que se pretende implantar en estos proyectos busca como fin primordial poner en práctica un sistema de control para el aseguramiento de la calidad , dentro de un cumplimiento riguroso de la normativa establecida. Este sistema se sustenta en una serie de mecanismos de control en donde estarán involucrados tanto la Administración y su laboratorio como ente verificador, y la contraparte , o sea , el Contratista y el laboratorio acreditado para la ejecución del proceso de auto-control.

PROCEDIMIENTOS DE SUPERVISION DEL AUTO-CONTROL

La supervisión del control de calidad por parte de la Administración se sustenta fundamentalmente en el buen manejo de las bitácoras de muestreo en planta y sitio . Conjuntamente con adecuado flujo de información que se debe dar entre las partes involucradas , LANAMME-INGENIERO DE PROYECTO-CONTRATISTA.

El proceso de supervisión del control de calidad se deberá el desarrollar de la siguiente forma :

- Control de muestreo en planta:

Se contará con tres documentos para el control de muestreo, a saber :

Bitácora de mezcla asfáltica
Bitácora de agregados
Bitácora de cemento asfáltico

- Control de muestreo en campo:

Se contará con tres documentos para el control de muestreo, a saber :

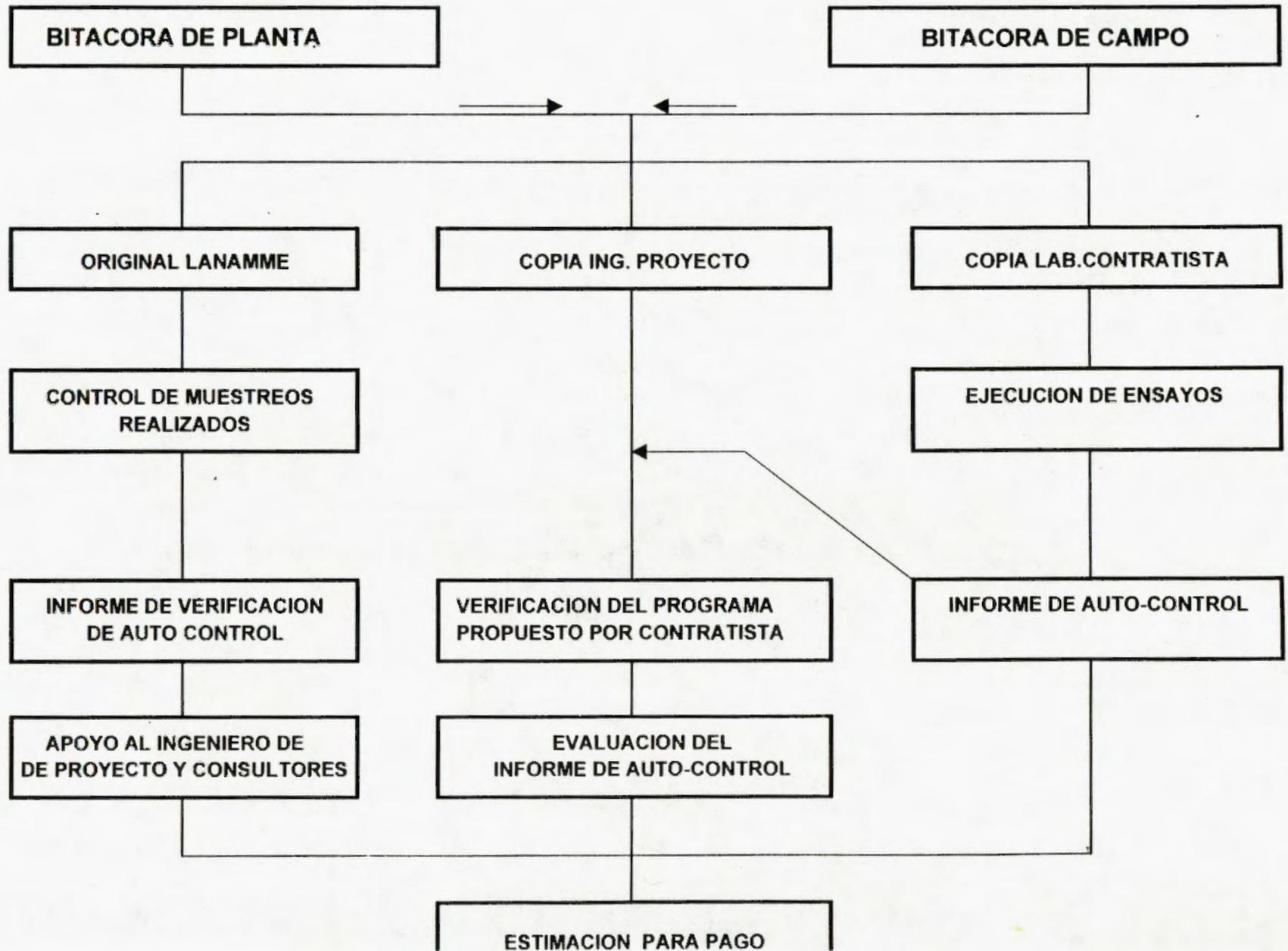
Bitácora de mezcla asfáltica
Bitácora de agregados
Bitácora de núcleos

- El muestreo es ejecutado exclusivamente por el laboratorio asignado por el contratista
- Las muestras serán tomadas en presencia del inspector de planta , de campo o ingeniero de proyecto.
Según sea el lugar donde se realiza la toma de muestras.
- La metodología de muestreo es responsabilidad del laboratorio, sin embargo el inspector o ingeniero de proyecto están en la obligación de verificar esta metodología , para su aceptación de ingreso a la bitácora correspondiente.
- El manejo de los originales de cada bitácora deben ser guardados por el inspector , y como parte de sus obligaciones están remitirlos en el momento oportuno al LANAMME.
- La copias correspondientes para el ingeniero de proyecto deberán ser recogidas por éste para la verificación del programa de control de calidad propuesto por el contratista , así como realizar una evaluación preliminar del mismo , para la posterior

preparación de las estimaciones de pago. Este trabajo se complementará con los informes remitidos por el contratista y la verificación paralela realizada por LANAMME

- La copia correspondiente para el contratista será entregada al representante del laboratorio de autocontrol inmediatamente después de realizado el muestro, debidamente llena y firmada por el inspector correspondiente.
- Las boletas de muestreo que no contengan toda la información requerida no serán aceptadas como parte del lote de muestras para autocontrol en el periodo de estudio correspondiente.
- El LANAMME preparará un informe de verificación del autocontrol ejecutado por el contratista, el cual sustentará el trámite de pagos de obra ejecutada que realiza por el ingeniero de proyecto

FLUJOGRAMA PARA VERIFICACION DEL AUTO-CONTROL DE CALIDAD



CONTENIDO DEL INFORME DE AUTO CONTROL

- Informe técnico debidamente editado.
- Fecha de preparación del informe.
- Periodo de análisis del estudio.
- Laboratorio responsable del estudio.
- Profesional que certifica el estudio.
- Profesional por parte del contratista que remite el informe.

- Cuadro resumen de cada uno de los muestreos realizados, deberá ser consistente con las bitácoras correspondientes.
- Tablas de resultados para cada una de las muestras analizadas, deberá ser consistente con la identificación asignada en las bitácoras de muestreo.
- Gráfico de seguimiento acumulado de los resultados de cada parámetro de control. Desde el inicio del proyecto a la fecha.
- Comentarios técnicos de los ajustes realizados a la fórmula de trabajo, o cualquier otro ítem de obra para el cumplimiento de las especificaciones según el cartel.

Nota : Conviene que el Ingeniero de proyecto tenga conocimiento de que la planta suplidora de mezcla asfáltica esté debidamente autorizada para operar.

CAPITULO 9

**REVISION DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS
ESPECIALES (PMR - 1998)**

9. REVISION DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS ESPECIALES (PMR – 1998)

9.1 INTRODUCCION

En este capítulo se hace un análisis de algunos aspectos relevantes relacionados con los documentos contractuales y sus especificaciones.

Para la revisión de todos los temas relacionados con los trabajos del Programa de Mantenimiento Rutinario se utilizaron los siguientes documentos:

Cartel de Licitación, Mantenimiento Rutinario, Tomo I, 1998.

Cartel de Licitación, Mantenimiento Rutinario, Tomo II, Anexos, 1998.

Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77).

9.2 ASPECTOS IMPORTANTES

9.2.1 JERARQUIA DE DOCUMENTOS (sección 1.2.11- Cartel de licitación, tomo1)

En caso de discrepancia entre los distintos documentos, el orden que prevalecerá sobre otros será:

- El contrato refrendado por la Contraloría.
- Ley de Contratación Administrativa y su Reglamento
- El cartel de licitación
 - Condiciones Específicas (Datos del contrato, Especific. Especiales)
 - Planos o esquemas (de existir)
 - Condiciones Generales
- Documentos incluidos en el Tomo II (anexos)
- Memorandum de Normas y Procedimientos
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes
- Manual de Construcción para Caminos, Carreteras y Puentes (MC – 83)
- Normas y diseños para la Construcción de Carreteras (Plan vial MOPT – 1966)

9.2.2 REQUERIMIENTOS LEGALES (sección 1. – Cartel de licitación, tomo1)

Para efectos legales, y en caso de haber **omisión** en este cartel, el presente concurso debe regirse por la Ley y el Reglamento de la Contratación Administrativa.

El CR – 77 será única y exclusivamente aplicadas en lo que corresponde a **carácter técnico**.

El adjudicatario deberá cumplir estrictamente con todas las disposiciones y plazos señalados por el contratante en el cartel.

9.2.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS ESPECIALES PARA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (M.A.C) (sección 2. – Cartel de licitación, tomo1)

En este apartado se presentan algunas disposiciones nacionales en relación con la mezcla asfáltica. No obstante que se extraiga la información de varios documentos, su aplicación en los proyectos del PMR queda supeditada a la jerarquización de documentos que establece el mismo control.

El capítulo 400 del CR-77 rige en general para lo concerniente a pavimento bituminoso, salvo en cuanto a lo definido en las Especificaciones Especiales que serán de mayor rango y por lo tanto, de aplicación y acatamiento obligatorio por parte de los Contratistas.

9.3 DISEÑO Y FORMULA DE TRABAJO

9.3.1 DISEÑO Y FORMULA DE TRABAJO (secciones 5.2.3 a 5.2.5 – Cartel de licitación, tomo1)

El Contratista entregará al Ingeniero de Proyecto los diseños y fórmulas de trabajo, y su ajuste por medio de una prueba experimental de campo, de la dosificación de mezclas de dos o más productos tales como:

- Mezclas asfálticas
- Mezclas de concreto Portland
- Mezclas de toba-cemento plásticas
- Estabilización de materiales con cemento Portland o cal hidratada
- Mejoramiento de agregados con cemento Portland
- Sellos y tratamientos superficiales simples o múltiples

- Mezcla de agregados triturados para uso como para material de préstamo, sub-base y base

Además:

- La fórmula de trabajo debe ser aprobada por el Ingeniero de Proyecto.
- Se deben aportar muestras representativas de los productos involucrados en la fórmula de trabajo, para la revisión del diseño y para que se ejecuten los ensayos necesarios para otorgarle la aprobación.
- El Contratista debe programar con suficiente antelación el cumplimiento de este trámite, de tal forma que no se vea afectado su programa de trabajo.
- Todo resultado de la pruebas de control de calidad de las mezclas asfálticas, incluyendo las granulometrías pre y post mezclado, así como el resto de los parámetros propios del diseño ajustado, correspondiente al período de la estimación y de acuerdo con el Programa de Control aprobado, deberán venir acompañado, por los parámetros correspondientes de la mezcla de trabajo aprobada, y en vigencia.
- El MOPT velará específicamente para que se cumpla, dentro de las tolerancias, con todas las especificaciones pactadas para asegurar, no solo la calidad debida, sino la uniformidad de los resultados.
- El costo de las certificaciones y el autocontrol deberá incluirlos el contratista en su oferta.

9.3.2 DISEÑO Y COMPOSICION DE LAS MEZCLAS (Disposición general CN-003-98, 401.03, CR-77, Cartel de licitación, tomo2)

El contratista presentará al Ingeniero de Proyecto , por lo menos 15 días hábiles antes de comenzar la producción de la mezcla asfáltica, los cálculos y gráficos que dieron origen a la dosificación de la mezcla propuesta. Se usará el método de diseño Marshall Estándar descrito por ASTM D 1559 para agregados con un tamaño máximo nominal de 2.54 cm y el método Marshall Modificado para agregados con tamaño máximo nominal superior a 2.54 cm, u otro método aprobado por el Ingeniero de Proyecto. La mezcla y la proporción de los materiales deben cumplir con los requisitos del artículo 401.04 al 401.09.

9.3.3 COMPOSICION DE LA MEZCLA (Disposición general CN-001-97, Cap. 10, MC-83, Cartel de licitación, tomo2)

La Subsección 401.01 del CR-77 ordena que el contratista presente, por escrito, al Ingeniero de Proyecto, una proposición de la Fórmula de la Mezcla, y el Ingeniero tiene que aprobar por escrito la Fórmula de Mezcla para el trabajo, antes de comenzar la producción.

La fórmula de la mezcla la verificará la Subárea de Control de Calidad y Geotecnia (Laboratorio Central). Por lo tanto, será necesaria la entrega a esta Subárea de los materiales conforme con lo requisitos que para tal efecto tenga establecidos las mezclas de ensayo para la verificación deberán efectuarse tan pronto como sea posible, después que hayan comenzado las operaciones de trituración y después que se reciba la fórmula de la mezcla propuesta por el contratista.

Durante la operación de trituración, el Ingeniero de Proyecto a través de su personal, deberá proceder a realizar suficientes pruebas de granulometría *de los diferentes apilamientos ya lavados*, para asegurarse que el material podrá cumplir con lo requisitos de la Fórmula de la Mezcla. Si el material al ser analizado no cumple con las especificaciones correspondientes, el Ingeniero de Proyecto deberá comunicarlo por escrito al contratista, para que éste proceda a realizar los ajustes necesarios.

Las tolvas de alimentación de las plantas de mezcla asfáltica ya sean éstas de baches, continuas o de tambor, deberán tener por lo menos tres tolvas debidamente separadas y que permitan dosificar el material en forma controlada.

9.3.4 CERTIFICADO DE LAS FORMULAS DE MEZCLA PARA EL TRABAJO (Disposición general CM-002-97, Cartel de licitación, tomo2)

El ajuste de la fórmula de trabajo se hará por medio de un tramo de prueba.

El contratista deberá aportar muestra representativas de los productos involucrados en la fórmula para que sea verificada por la Sub-área de Control de Calidad y Geotecnia.

Luego de que el Ingeniero de Proyecto autorice por escrito la fórmula de la mezcla se coordinará la construcción de un tramo de prueba, el cual se podrá ejecutar con la presencia de representantes de Sub-área de Control de Calidad, debiendo comunicarse con 5 días de anticipación. El tramo debe ubicarse en el proyecto y certificar los resultados al Ingeniero de Proyecto para su aprobación.

Los costos en la ejecución de los tramos de prueba, incluso la remoción obligatoria de tramos rechazados, correrá a cargo del contratista. Tanto la ubicación como las dimensiones del tramo deben ser aprobados por el Ingeniero.

En el caso de mezclas asfálticas en caliente se deberá cumplir con el procedimiento establecido en la Disposición General CM-001-97 "Procedimiento para la recepción y verificación de los diseños de mezcla asfáltica en caliente".

9.3.5 PROCEDIMIENTO PARA LA RECEPCION Y VERIFICACION DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE POR PARTE DE LA SUB-AREA DE CONTROL DE CALIDAD Y GEOTECNIA (Disposición general CM-001-97, Cartel de licitación, tomo2)

El Ingeniero responsable deberá aportar por escrito una solicitud de verificación, así como una constancia de que se ha cumplido con:

Todos los datos requeridos en el CR-77, o las normas contractuales aplicables y que todos los parámetros indicados allí y en las especificaciones especiales, cumplen con los valores mínimos y máximos establecidos

Para la entrega de materiales se definen los siguientes requisitos:

- 1- Todos los materiales necesarios para la revisión del diseño deben ser muestreados por las ingenierías de proyecto. Se realiza mediante un documento que indique quién lo entrega y quiénes lo muestrean.
- 2- Aportar 60 kg de cada uno de los agregados pétreos propuestos en el diseño.
- 3- Aportar 7.56 litros del asfalto utilizado en la elaboración del diseño presentado.
- 4- Si se utiliza aditivos para la mezcla, aportar 50% más de la cantidad utilizada en el diseño.
- 5- Todos los materiales deberán entregarse en recipientes adecuados, en buen estado e identificados con la siguiente información mínima: dependencia, Ing responsable, proyecto, tipo de material, fuente, fecha de muestreo.
- 6- Para los diseños Marshall se deberá aportar la siguiente información:
 - Fecha de ejecución
 - Proyecto en el que se utilizará la mezcla asfáltica
 - Granulometría de todos los agregados utilizados
 - Fuentes de esos agregados
 - Proporcionamiento de los agregados y la granulometría final a utilizarse en el diseño
 - Gravedad específica de gruesos y finos
 - Porcentaje de absorción de gruesos y finos
 - Gravedad específica utilizada en el cálculo del VMA

- Peso seco, saturado superficie seca y peso sumergido de cada pastilla Marshall
- Gravedad específica de cada pastilla Marshall
- Rangos de temperaturas de mezclado y compactación y las temperaturas utilizadas en el diseño de la mezcla y documento de respaldo
- Gravedad específica del asfalto según AASHTO T228
- Tabla donde se presenten los resultados de: estabilidad y flujo Marshall, porcentaje de vacíos, densidad máxima teórica, vacíos en el agregado mineral y vacíos llenos de asfalto
- Las curvas respectivas para cada uno de los anteriores parámetros, contra el porcentaje de asfalto sobre el peso de los agregados
- Si se usan aditivos, indicar el tipo, su propósito y el porcentaje de los mismos en la mezcla
- Estabilidad retenida y resistencia retenida
- De no cumplirse con todos y cada uno de los requisitos y disposiciones anteriores, esta Sub-área no le aceptará al ingeniero responsable del proyecto su solicitud de verificación de diseño ni los materiales
- Una vez que por parte de esta Sub-área se dé por escrito el recibo de todos los requisitos y materiales, se brindará el informe correspondiente en un plazo de 15 días

9.4 MEZCLA ASFALTICA

9.4.1 TIPO DE MEZCLA ASFALTICA (secciones 2.1 y 2.4 – Cartel de licitación, tomo1)

La mezcla asfáltica es con graduación B según tabla 401.1 del CR-77 y su tolerancia modificada. La mezcla de los áridos debe cumplir con AASHTO T112 en cuanto a grumos de arcilla y partículas quebradizas (1% máximo). Deben estar razonablemente libres de materia orgánica u otros materiales deletéreos.

La mezcla asfáltica se refiere a una mezcla **uniforme**.

Debe cumplir con los siguientes requisitos, todos referidos al método Marshall AASHTO T245 y además AASHTO T166, T167, T209, T269 y ASTM D4867

MARSHALL (T245) 75G	Unidades	Mínimo	Máximo	Tolerancia
Estabilidad	Kg	700	-	± 200
Flujo	0.1 mm	20	40	± 20%
Estabilidad / Flujo	Kg/mm	200	-	± 20%
ASF / agregados	%	-	-	± 0.5
ASF / mezcla	%	-	-	± 0.5
Vacíos	-	-	-	-
Mezcla V.M	%	3	5	± 0.5
Agregados V.M.A	%	13	-	-
Llenos asf V.F.A	%	65	78	-

RESISTENCIA	Unidades	Mínimo	Máximo	Tolerancia
R. compresión	MPa	2.1	-	± 20%
% R. Retenida	%	75	-	± 20%
% Estabil Retenida	%	75	-	± 20%
Relación Polvo/Asf	-	0.6	1.3	± 20%
VARIOS	Unidades	Mínimo	Máximo	Tolerancia
Granulometría	-	-	-	-
Frac. No 4 más	%	-	-	± 5
Frac No 4 – 200	%	-	-	± 4
Frac 200 menos	%	-	-	± 2

Nota: la tolerancia como su nombre lo indica, es la variación permisible, propia de los procesos de producción, que se acepta como normal cuando se aplica al parámetro correspondiente en la MEZCLA DE TRABAJO o su GRANULOMETRIA.

9.4.2 REQUISITOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA (Disposición general CN-003-98, 401.06, CR-77, Cartel de licitación, tomo2)

La mezcla deberá estar diseñada con el Método Marshall estándar (ASTM D 1559) o modificado, de acuerdo con el tamaño máximo nominal del agregado, tal como se describe en el Manual del Instituto del Asfalto MS-2, o por cualquier otro método aprobado por la Administración. Además se podrá modificar o establecer tolerancias de diseño en las especificaciones especiales de cada proyecto.

La mezcla asfáltica debe cumplir con :

Estabilidad : mínimo 800 kg para el diseño de mezcla Marshall estándar y un mínimo de 1800 kg, para el diseño de mezcla Marshall modificado.

Flujo con un mínimo de 20 centésimas de centímetro y un máximo de 35 para el diseño de mezcla Marshall estándar. Y para el modificado mínimo 30 y máximo 53.

Tolerancia en el contenido de asfalto $\pm 0.5\%$ sobre el % de asfalto de la fórmula de mezcla para el trabajo, por peso total de agregado.

Resistencia retenida como mínimo (AASHTO T165) de 70%. Las probetas falladas al aire deben tener un RR mínima de 21 kg/cm². El agregado para este ensayo debe provenir de un bache seco, alternativamente puede utilizarse agregado de un bache de planta.

La resistencia a la tensión diametral retenida (ASTM D 4867) deberá ser igual o superior al 75%.

Contenido de vacíos en las pastillas Marshall : estándar entre 3 y 5 % y en el modificado entre 3 y 8 %.

La relación polvo asfalto entre 0.6 y 1.2 (agregado pasando la No 200 / contenido de asfalto efectivo por peso total de la mezcla).

Vacíos en el agregado mineral (VMA). Depende del tamaño nominal del agregado en la mezcla y del contenido de vacíos en la fórmula de la mezcla para el trabajo, según se detalla en la siguiente tabla:

Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado Mineral (VAM)

Tamaño Nominal	Contenido de vacíos de diseño en la mezcla asfáltica		
	3.0 %	4.0 %	5.0 %
	Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM)		
12.5 mm	13	14	15
19 mm	12	13	14
25 mm	11	12	13
37.5 mm	10	11	12

Vacíos llenos con asfalto (VFA). Deberán estar dentro del rango especificado en la siguiente tabla.

Tráfico en millones de EE (8.2 ton)	% VFA de diseño
< o = a 0.3	70 - 80
> a 0.3 e < o = a 3	65 - 78
> a 3	65 - 75

Temperatura de mezclado: la que debe tener el asfalto para que obtenga una viscosidad cinemática de 170 ± 20 cSt, para diseño como para producción en planta y determinada a partir del gráfico temperatura vrs viscosidad.

Temperatura de compactación: la que debe tener el asfalto para que obtenga una viscosidad cinemática de 280 ± 30 cSt. El rango de temperaturas se utilizará para el efectos del diseño y en la obra, podrá ser ajustada de acuerdo con las condiciones locales de la topografía del proyecto, ambiente, equipo de colocación, mediante un tramo de prueba.

Cuando se utilice el método Marshall modificado, se deberá producir un mínimo de 5 pastillas de prueba para cada contenido de asfalto.

Cuando el porcentaje de absorción de la combinación de los agregados sea mayor o igual a 2%, el procedimiento de diseño de modificará, dando lugar a un período de cura de 16 horas a 60°C , o durante 2 horas a 145°C , previo a la compactación de las pastillas.

Se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo de la absorción:

$$A = 100 / (P1/Ab1 + P2/Ab2 + \dots Pn/Abn)$$

Donde: A : absorción para la combinación de agregados

Pn: porcentajes por peso de cada agregado

Ab: absorción de agregados

9.5 AGREGADOS

9.5.1 AGREGADOS PETREOS (sección 2.2 – Cartel de licitación, tomo1)

Los agregados que se incorporan a la M.A.C deben estar constituidos por partículas duras y durables que provengan de piedra o grava quebradas y arena natural o fabricada, que debe con lo siguiente:

PARAMETRO	Unidades	Gruesos Ret #4	Finos Pas #4	Designación
Pérdida por abrasión	% máximo	40	40	AASHTO T 96
Pérdida por sanidad	% máximo	12	12	AASHTO T 104
Indice de durabilidad	Mínimo	35	35	AASHTO T 210
Cara fracturadas	% Mínimo	75	?	FHL T 507
Residuo insoluble	% Mínimo	25	-	ASTM D 3042
Equivalente de arena	Mínimo		55	AASHTO T 176
Indice de plasticidad	Máximo		6	

El agregado fino debe esta libre de materia orgánica y contenido de arcilla (CR77, 0107 b). Aunque la arena natural se permitirá hasta un 15% del peso de la mezcla de áridos, el uso de arena de mar será permitido sólo en casos excepcionales, previa demostración, mediante las pruebas adecuadas, que no es causa de dificultades de deslizamiento de la M.A.C y por ende estabilidades bajas y flujos altos frente a valores de la razón polvo/asfalto usuales u orientados a mayor durabilidad en condiciones adversas.

9.5.2 REQUISITOS PARA EL APILAMIENTO (CN-003-98, 401.05, CR-77)

El agregado procesado debe acumularse sobre una superficie limpia, seca y estable. No debe permitirse la contaminación y se debe garantizar la menor humedad posible. Si los apilamientos están sobre el terreno natural, no se utilizarán : **sus 15 cm inferiores (base de acopio)**. Se construirán por capas de espesor no superior a 1.5 m, y no por porciones cónicas, tomando las medidas oportunas para evitar segregación del agregado.

9.6 MATERIAL BITUMINOSO, RELLENO (FILLER) Y ADITIVOS (secciones 2.3, 2.5 – Cartel de licitación, tomo1)

El agregado de relleno (polvo de piedra lavado, cal hidratada, cemento o polvo de piedra caliza), de ser necesario, será propuesto y justificado por el contratista, mediante las pruebas de Laboratorio pertinentes.

En el caso de reincorporación del fino (baghouse), se debe garantizar que la cantidad inyectada es constante y debidamente proporcionada por peso y volumen, según el tipo de planta.

El material pasando la malla No 200 debe tener índice de plasticidad **no mayor de 4** (ASTM D242). Para determinar la relación polvo asfalto el aditivo no líquido es tomado como parte de la fracción "polvo".

Para efectos de material bituminoso el 401.09 del CR-77 se modifica así:

El material bituminoso será de grado de viscosidad AC-20 según RTCR 248:1997, y se debe aportar certificaciones y diagramas BTC.D.

De requerirse aditivos para prevenir el desnudamiento o para mejorar las características de la mezcla o el cemento asfáltico, deberán ser propuestos y justificado su uso por el contratista. Los aditivos deberán ser productos de calidad reconocida y su uso definitivo será aprobado por el Ingeniero de Proyecto.

9.7 FUENTES DE MATERIALES (SECCIÓN 4. – Cartel de licitación, tomo1)

La administración colaborará con el adjudicatario en la obtención de los permisos necesarios para la explotación. Pero no asume ninguna responsabilidad por el resultado final de esta gestión ante los organismos competentes del Estado.

Tampoco releva la responsabilidad del Contratista en cuanto al cumplimiento de las especificaciones de calidad que deben cumplir los materiales pétreos.

El incumplimiento de los plazos señalados por el Contratante para la presentación, ejecución de estudios y gestiones relativas a la obtención del o de los permisos de explotación, se considera incumplimiento grave.

9.8 AUTOCONTROL Y CERTIFICADOS DE CALIDAD

9.8.1 Certificados de Calidad (sección 5. – Cartel de licitación, tomo1)

Excepto cuando se disponga lo contrario, todos los materiales empleados en la obra serán suministrados por el Contratista de acuerdo con estos términos y ajustado en forma razonable a todos los requisitos sobre calidad del CR-77 y las Especificaciones Especiales de este cartel.

El Contratista debe informar al Ingeniero las fuentes de materiales, para que éstos puedan ser aprobados, previo al inicio de la explotación.

Sin ninguna excepción, previo a su pago y a su uso, el Contratista de cualquier obra vial esta obligado a suministrar al Ingeniero de proyecto lo siguiente:

- Certificado de calidad de los materiales manufacturados.
- Resultado del autocontrol de la calidad de los materiales procesados en el sitio de la obra y de trabajos ejecutados en la obra.

9.8.2 AUTOCONTROL DE CALIDAD DEL CONTRATISTA SOBRE EL PROYECTO (sección 5. – Cartel de licitación, tomo1)

El control de calidad de los materiales, productos y procesos es responsabilidad exclusiva del Contratista y lo respaldará mediante las pruebas pertinentes realizadas por los Laboratorios por él designados y debidamente acreditados ante el MOPT.

El ministerio a través del Ingeniero de Proyecto y por el medio y oportunidad que considere adecuados, verificará que efectivamente la calidad que se incorpora al Proyecto sea la definida y pactada, según estos documentos.

El programa de control deberá definir el número de ensayos y su frecuencia, pero no podrá ser inferior a el definido en el cuadro "Plan Mínimo de Autocontrol".

Para efectos de aceptación se establecen las siguientes reglas:

- A. Todo material que no cumpla con las características propias exigidas en las especificaciones, se rechazará.
- B. Todo parámetro, de un producto o proceso, que esté fuera de tolerancia, será motivo de rechazo.

Sin embargo, si el cumplimiento en cuestión no implica una severa lesión a la seguridad o calidad, según el criterio del Ingeniero de Proyecto y la sana práctica de Ingeniería, éste podrá autorizar su recibo a un precio reducido, para lo cual se registrá por las siguientes tablas:

Tabla A : Evaluación de variabilidad

Control Uniformidad	Parámetro	Tolerancia (ventana)
Graduación	Frac. 4 mas *	± 5 %
Graduación	Frac. 4 – 200 *	± 4%
M.A.C Producción	Estabilidad	± 200
M.A.C Producción	Vacíos	± 0.5
M.A.C Producción	Rel. Polvo / Asfalto	± 20%
M.A.C Producción	% de Asfalto	± 0.5%
M.A.C Producción	Compac en sitio **	≥ 95% LAB

* La de mayor incumplimiento

** % de densidad de laboratorio

La tabla A reduce el análisis del conjunto de parámetros y sus tolerancias (ventanas), a sólo 5 que se consideran los más importantes relativamente, para aceptación.

Tabla B : Cumplimiento vrs Pago

Grado de cumplimiento %	Reconocimiento %
Entre 90 – 100	100
Entre 80 – 89	90
Entre 65 – 79	85
Entre 50 – 64	75
Menor de 50	Rechazo

La tabla B define el grado de reconocimiento de pago según el cumplimiento que ha tenido el parámetro en el período correspondiente.

El porcentaje de reconocimiento total, es la integración de los porcentos individuales.

PLAN MINIMO DE AUTOCONTROL (PMR)

PRUEBAS	LUGAR DE PRUEBA Y FRECUENCIA MINIMA			
	AGREGADOS (1)	LAB. ENCARGADO	PLANTA MEZCLADO	PROYECTO
Pérdida por abrasión	1 por mes			
Pérdida por sanidad	1 por mes			
Indice durabilidad	1 por mes			
Caras fracturadas	1 por mes			
Residuo insoluble	1 por mes			
Equivalente arena	1 por mes		2 por semana	
Indice plástico	1 por mes		2 por semana	
PROD. ASFALTICA				
Cemento asfáltico	Certificado RECOPE			
Emulsión	Certificado RECOPE			
Combustible	Certificado RECOPE			
MEZCLA ASFALT.				
Prop gen. (401-3-97)(2)	1 por semana			
Control Uniformidad				
% de asfalto			2 por semana	
Densidad			2 por semana	
Estabilidad y flujo			2 por semana	
% Vacíos			2 por semana	
% Compactación			2 por semana	
Control Granulometría				
Gran. Tolvas			1 por día	
Gran. Bache seco			1 por día	
Gran. Extracción	1 por semana			
Gran. Filler	1 cada 50 m ³			
Control Colocación				
% Compact. (B. prueba)				1 por día
% Compact. Núcleo				2 por semana
Cont. Alter. Densim.				
Densidades				5 por día
Núcleos				1 por 25 dens.
Temp. mezcla				1 por vagoneta

9.9 TRAMO DE PRUEBA (Disposición general CN-003-98, 401.08, CR-77, Cartel de licitación, tomo2)

Definición : Es la franja de mezcla asfáltica necesaria para obtener el patrón de compactación a utilizar en lo obra, donde se define el número de pasadas de la compactadora, su velocidad, secuencia de recorrido para el ancho de la pavimentación y la temperatura óptima, a fin de cumplir con la densidad requerida y una adecuada calidad en la superficie, de acuerdo con el equipo disponible en la obra.

Requisitos mínimos:

- Longitud 100 m
- Construir con mezcla verificada y aprobada
- Con el mismo espesor y ancho de un carril de la capa que representa
- Construido por el contratista en coordinación con el Ing. de Proyecto
- Tantos con el número de diseños de mezcla sean aprobados
- Cualquier cambio en la fórmula de trabajo, obliga a hacer un tramo nuevo

9.10 REQUISITOS DE LA COMPACTACION (Disposición general CN- 003-98, 401.09, CR-77, Cartel de licitación, tomo2)

La mezcla fabricada de acuerdo con la fórmula de trabajo colocada y compactada de conformidad con el tramo de prueba deberá tener un porcentaje de compactación **mínimo del 96% de la densidad promedio de las pastillas Marshall con el contenido de cemento asfáltico de la fórmula de la mezcla para el trabajo, y un porcentaje de compactación máximo que no produzca porcentajes de vacíos menores a 3%.**

Para bases asfálticas será de 92% con vacíos mínimos y un máximo que no se produzcan porcentajes de vacíos menores al 3%.

Sin embargo para efectos del PMR la compactación en sitio para la mezcla asfáltica en caliente será $\geq 95\%$ de la densidad de laboratorio, esto según la tabla A (evaluación de variabilidad), sección 5.2.2 del cartel de licitación, tomo1.

CAPITULO 10

**PRUEBAS DE VERIFICACION DE LA CALIDAD PARA
MEZCLA ASFALTICA**

10. PRUEBAS DE VERIFICACION DE LA CALIDAD PARA MEZCLA ASFALTICA

10.1 POLITICAS DE MUESTREO

En esta etapa del Programa de Mantenimiento Rutinario (PMR) se ha dado énfasis a la idoneidad de las políticas de muestreo.

Se considera como muestreo a la toma de muestras representativas y en cantidad suficiente para evaluar los parámetros relevantes de la mezcla asfáltica.

Se ha dado prioridad al muestreo en planta, dado el control que se puede ejercer del mismo, al ser realizado por los inspectores de planta en el momento mismo de despacho. Sin embargo, el muestreo en planta se complementa ocasionalmente con muestras de campo.

10.1.1 PERIODICIDAD

La cantidad de muestras de mezcla asfáltica a evaluar, dada la producción de mezcla para cada proyecto particular, es función de la cantidad de mezcla asfáltica que se coloca. La Tabla No. 1 establece la periodicidad en términos de número de vagonetas (aproximadamente de 10 metros cúbicos cada una), para los proyectos con actividad a la fecha.

Debe tenerse presente que la función del muestreo realizado por el LANAMME es la verificación de la calidad, de manera que se entiende que todos los proyectos del PMR funcionan bajo el principio de que el contratista suministra certificados de calidad. Es un principio generalmente aceptado que el número de muestras para la verificación de la calidad corresponde a una fracción del total de muestras evaluadas en el control de calidad (auto-control ejercido por el mismo contratista).

Para efectos de establecer la periodicidad de muestreo se ha definido como un lote de muestreo a un conjunto definido de vagonetas, para las cuales se muestrea al menos una de ellas, de acuerdo con un criterio de selección aleatoria y siguiendo los procedimientos de integración representativa (Sección 10.1.3).

Tabla No. 10.1 Periodicidad de muestreo en el PMR

Licitación No.	Ubicación	Contratista	Lote de muestreo
37-96 (extensión)	San José	CONANSA (1)	15
39-96 (extensión)	Oeste de San José	CONANSA (1)	15
27-98	Cartago	COMESA (2)	15
30-98	Alajuela	M & S (2)	15
32-98	San Ramón Oeste	M & S (2)	15
33-98	San Carlos	COMESA (2)	15
40-98	Siquirres	CONANSA (1)	15
41-98	San Isidro del General	MECO (2)	15
47-98	Heredia	M & S (2)	15

Notas:

- (1) Mezcla asfáltica de la Planta CONANSA en Calle Blancos.
- (2) Mezcla asfáltica de la Planta MECO en La Uruca.

Nota: las extensiones de las licitaciones No. 41-96, 42-96 y 44-96 ya concluyeron. Los resultados de verificación de la calidad para tales licitaciones se incluyen en la Sección No. 10-2.

Para cada planta productora de mezcla asfáltica para el PMR se toma al menos un bache seco por semana, con el propósito de complementar los análisis granulométricos a partir del agregado residual de extracciones de ligante asfáltico.

Para cada planta productora de mezcla asfáltica para el PMR se toma una muestra de ligante asfáltico de un mínimo de un galón cada cuatro semanas, o cuando se reciba un embarque de ligante asfáltico con diferente certificado de calidad al que se está utilizando en la planta respectiva.

Los muestreos de agregado de apilamientos y combustibles se hacen de manera excepcional.

10.1.2 IMPORTANCIA DE UN MUESTREO REPRESENTATIVO

El muestreo es el inicio de las pruebas de laboratorio, si no se hace bien, el resultado de las pruebas no puede ser correcto ni reflejar la realidad de la producción.

La idoneidad de la técnica de muestreo es tan importante como el cumplimiento de los procedimientos de ensayo. Es responsabilidad del encargado el muestreo al aplicar los procedimientos adecuados, así como demostrar rigurosidad técnica en la toma de las muestras y en su transporte.

La muestra debe representar la realidad de la producción y no un caso aislado. Para ello, deben respetarse los siguientes criterios:

- Se recomienda formar una muestra a partir de 3 posiciones o momentos de tiempo.
- Toda la producción debe tener iguales posibilidades de ser muestreada (selección aleatoria).

10.1.3 PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO

Lo óptimo es garantizar un muestreo aleatorio, donde toda la mezcla a utilizar tenga igual probabilidad de ser seleccionada.

Los siguientes criterios aplican en la integración de una muestra a partir de la toma de tres diferentes posiciones de un peso definido de material o instantes de la producción:

- En apilamientos de agregado se debe separar el material en seis segmentos radiales horizontales, a partir de su sección transversal. Adicionalmente se debe utilizar la altura total del apilamiento para separarlo en tres diferentes segmentos verticales de profundidad similar. El muestreo debe corresponder a la toma de material de los tres diferentes segmentos verticales, seleccionando un segmento radial para cada caso (en forma aleatoria).
- En tanques de ligante asfáltico se debe muestrear al menos tres diferentes posiciones verticales del tanque, utilizando válvulas de descarga o dispositivos de muestreo. Cada vez que se abre una válvula se deben descartar al menos cuatro litros de ligante bituminoso, previo a la obtención de la muestra. En caso de que no se cuente con válvulas a diferentes elevaciones se deberá hacer el muestreo en tres diferentes períodos, de manera que se permita el flujo libre de ligante asfáltico al menos por 1 minuto entre muestreos.
- En caso de que se muestreen camiones cisterna transportando ligantes asfálticos se deben tomar tres muestras de 4 litros, dejando que transcurra un lapso de tiempo entre cada muestra de 30 segundos a 1 minuto. La muestra debe ser tomada a partir de una válvula o compuerta de muestreo, posterior a que se descartan los primeros 4 litros de flujo del ligante asfáltico.
- Para el muestreo de mezcla asfáltica en vagoneta, se deberán seleccionar tres puntos en forma aleatoria, para posteriormente excavar 15 cm con una tabla y adquirir una cantidad aproximada de 10 kg en cada punto.

10.1.4 CAPACITACION A LOS INSPECTORES DE PLANTA

Se han realizado sesiones de entrenamiento con los inspectores de planta del PMR, en las cuales se enfatizan los siguientes aspectos relacionados con el muestreo:

- Importancia del muestreo en la evaluación experimental de materiales para construcción.
- Necesidad de que una muestra sea seleccionada en forma aleatoria y de acuerdo con las recomendaciones establecidas en 10.1.3
- Importancia de no perder material de la muestra, ni permitir su contaminación con sustancias extrañas. Las muestras deben ser selladas en la medida de lo posible.
- Importar de referenciar bien las muestras, incluyendo la mayor cantidad de detalles.

Para la identificación de vagonetas con mezcla asfáltica a muestrear en cada uno de los lotes de muestreo se facilitaron tablas de números aleatorios.

Adicionalmente, constantemente, se realizan las siguientes actividades:

- Supervisión en la manera de llenar las boletas de muestreo y formularios de control de muestreo.
- Supervisión en la manera de llenar las guías de entrega y reportes rutinarios de inspección en plantas.
- Supervisión en las técnicas de muestreo y métodos de selección aleatoria de unidades de muestreo.

En el inserto No. 1 se presenta un instructivo general de labores para inspectores de planta, donde se hace referencia a sus responsabilidades y deberes, incluyendo funciones de muestreo en planta.

INSERTO No. 10.1

**Funciones y actitudes de los inspectores de planta
en el Programa de Mantenimiento Rutinario.**

10.2 RESULTADOS

A la fecha ha habido un avance significativo para las extensiones de las licitaciones No. 37-96 y 39-96, mientras que el nivel de avance de las licitaciones de la nueva etapa del PMR ha sido menor. Así, se cuenta con la siguiente información.

- Resultados de verificación de la calidad para las extensiones de licitación No. 41-96, 41-96 y 44-96.
- Resultados parciales de verificación de la calidad para las extensiones de licitación No. 37-96 y 39-96.
- Resultados parciales de verificación de la calidad para los contratos 27-98, 30-98, 32-98, 33-98, 40-98, 41-98 y 47-98.

10.2.1 PARAMETROS DE CALIDAD PARA LA MEZCLA ASFALTICA

La información correspondiente a la evaluación de parámetros de calidad para la mezcla asfáltica, disponible a la fecha, para las extensiones de contrato de la primera etapa del PMR (1996) y para los primeros contratos de la segunda etapa del PMR (1998) se presenta en el Inserto No. 10.2.

La Tabla No. 10.2 presenta un resumen general de cantidades de ensayos realizados a la fecha, para parámetros de calidad para mezcla asfáltica del PMR, para las ampliaciones de contrato de la primera etapa y la segunda etapa. No se incluyen ensayos con resultados pendientes.

10.2.2 COMPACTACION EN SITIO

La información correspondiente a la evaluación de compactación en sitio, disponible a la fecha, para las extensiones de contrato del PMR, se presenta en la sección correspondiente a Verificación de compactación en sitio.

10.2.3 PARAMETROS DE CALIDAD PARA LOS AGREGADOS

Con el propósito de complementar los resultados correspondientes al seguimiento histórico de plantas que producen mezcla asfáltica para el PMR, se han analizado muestras de agregado, generalmente de bache seco (plantas de bache) o bache húmedo (plantas continuas).

La evaluación de parámetros de calidad enfatiza en las propiedades de gravedad específica, absorción y granulometría.

El Inserto No. 10.3 contiene los resultados de seguimiento histórico para las plantas de MECO La Uruca, CONANSA, Pedregal Belén y Pedregal Nicoya. Se aclara que, a la fecha, la planta de Pedregal en Nicoya no ha producido expresamente para el PMR, pero se ha suministrado un informe de diseño de mezcla y se aproxima el inicio de actividades de tal planta dentro del campo del PMR.

La Tabla No. 10.2 presenta un resumen general de cantidades de ensayos para evaluación de la calidad de agregados, realizados a la fecha, para el PMR, para las ampliaciones de contrato de la primera etapa y la segunda etapa. No se incluyen ensayos con resultados pendientes.

Tabla No. 10.2 Resumen general de cantidades de ensayos

EXTENSION PRIMERA ETAPA PMR		SEGUNDA ETAPA PMR		TOTAL
PRUEBA	CANTIDAD	PRUEBA	CANTIDAD	CANTIDAD
Estabilidad	20	Estabilidad	9	29
Flujo	20	Flujo	9	29
Densidad Marshall	20	Densidad Marshall	9	29
Vacios Marshall	20	Vacios Marshall	9	29
Resistencia retenida	4	Resistencia retenida	0	4
Contenido de asfalto	15	Contenido de asfalto	0	15
Granulometría residual	14	Granulometría residual	0	14
Granulometría bache seco	23	Granulometría bache seco	6	29
Gravedad específica y absorción	38	Gravedad específica y absorción	6	44
Otras pruebas p/ agregados	20	Otras pruebas p/ agregados	4	24
Análisis de diseños de mezcla	0	Evaluación de informes de diseño de mezcla	4	4

INSERTO No. 10.2

**Resultados de verificación de calidad para mezcla
asfáltica en PMR: parámetros de calidad**



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 41-96

Diseño de mezcla vigente
12-Feb-98

		Valor diseño	Tolerancia / especificación	814	815	816	818
Muestra No.				04-Nov-98	05-Nov-98	07-Nov-98	11-Nov-98
Fecha				Pedregal	Pedregal	Pedregal	Pedregal
Planta				Bache banda	Bache banda	Bache banda	Bache banda
Maerial							
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1580	> 700	-	-	-	-
Flujo	(1/100)cm	33,3	20 - 40	-	-	-	-
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	474	-	-	-	-	-
Gravedad especifica máxima teorica		2,327	-	-	-	-	-
Densidad	%	2225	-	-	-	-	-
Vacios en la mezcla	%	4,4	3 - 5	-	-	-	-
V.A.M.	%	18,6	>12	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	89	> 75	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	80	> 75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,4	>2,1	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,6 - 1,3	-	-	-	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	7,1	6,6 - 7,6	-	-	-	-
Contenido asf. sobre agregado	%	7,65	7,2 - 8,2	-	-	-	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	85	80 - 90	100	83	89	87
Malla N° 4	%	60	56 - 64	81	59	64	60
Malla N° 8	%	41	37 - 45	57	42	42	40
Malla N° 50	%	14	10 - 18	21	16	15	13
Malla N° 200	%	6,6	4,6 - 8	11,7	9,2	8,3	6,9

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 42-96		Diseño de mezcla vigente					
		12-Feb-98					
		Valor diseño	Tolerancia / especificación	814	815	816	818
Muestra No.				04-Nov-98	05-Nov-98	07-Nov-98	11-Nov-98
Fecha				Pedregal	Pedregal	Pedregal	Pedregal
Planta				Bache banda	Bache banda	Bache banda	Bache banda
Maerial							
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1580	> 700	-	-	-	-
Flujo	(1/100)cm	33,3	20 - 40	-	-	-	-
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	474	-	-	-	-	-
Gravedad especifica máxima teorica		2,327	-	-	-	-	-
Densidad	%	2225	-	-	-	-	-
Vacios en la mezcla	%	4,4	3 - 5	-	-	-	-
V.A.M.	%	18,6	>12	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	89	> 75	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	80	> 75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,4	>2,1	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,6 - 1,3	-	-	-	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	7,1	6,6 - 7,6	-	-	-	-
Contenido asf. sobre agregado	%	7,65	7,2 - 8,2	-	-	-	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	85	80 - 90	100	83	89	87
Malla N° 4	%	60	56 - 64	81	59	64	60
Malla N° 8	%	41	37 - 45	57	42	42	40
Malla N° 50	%	14	10 - 18	21	16	15	13
Malla N° 200	%	6,6	4,6 - 8	11,7	9,2	8,3	6,9

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Diseño de mezcla vigente	
12-Feb-98	
Valor diseño	Tolerancia / especificación

Licitación: **42-96**

Muestra No.				822	847	845	857
Fecha				23-Nov-98	26-Nov-98	28-Nov-98	03-Dec-98
Planta				Pedregal	Pedregal	Pedregal	Pedregal
Material				Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1580	> 700	1565	1336	1317	1598
Flujo	(1/100)cm	33,3	20 - 40	26	32	37	40
Estabilidad/Flujo	Kg/mm	474	-	602	418	356	400
Gravedad específica máxima teorica		2,327	-	2372	2400	2390	2386
Densidad	%	2225	-	2277	2227	2257	2186
Vacios en la mezcla	%	4,4	3 - 5	4,0	7,2	5,6	8,4
V.A.M.	%	18,6	>12	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	89	> 75	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	80	> 75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,4	>2,1	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,6- 1,3	-	1,07	1,39	1,09
Contenido asf. sobre mezcla	%	7,1	6,6 - 7,6	7,38	6,33	6,39	6,06
Contenido asf. sobre agregado	%	7,85	7,2 - 8,2	8,06	6,83	6,91	6,53
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	0,10	0,05	0,10	0,16
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	85	80 - 90	81	75	83	78
Malla N° 4	%	60	56 - 64	55	47	54	46
Malla N° 8	%	41	37 - 45	36	29	34	30
Malla N° 50	%	14	10 - 18	14	11	12	11
Malla N° 200	%	6,6	4,6 - 8	9,0	6,8	9,0	7,0

Nota: (-) : No se realiza
 (PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 44 - 96

Diseño de mezcla vigente	
12-Feb-98	
Valor diseño	Tolerancia / especificación

Muestra No.				814	815	816	818
Fecha				26-Oct-98	05-Nov-98	07-Nov-98	11-Nov-98
Planta				Pedregal	Pedregal	Pedregal	Pedregal
Maerial				Bache banda	Bache banda	Bache banda	Bache banda
Propiedades		UNIDADES					
Estabilidad	Kg	1580	> 700	-	-	-	-
Flujo	(1/100)cm	33,3	20 - 40	-	-	-	-
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	47,4	-	-	-	-	-
Gravedad especifica máxima teorica		2,327	-	-	-	-	-
Densidad	%	2225	-	-	-	-	-
Vacios en la mezcla	%	4,4	3 - 5	-	-	-	-
V.A.M.	%	18,6	>12	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	89	> 75	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	80	> 75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,4	>2,1	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,6- 1,3	-	-	-	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	7,1	6,6 - 7,6	-	-	-	-
Contenido asf. sobre agregado	%	7,65	7,2 - 8,2	-	-	-	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	85	80 - 90	100	83	89	87
Malla N° 4	%	60	56 - 64	81	59	64	60
Malla N° 8	%	41	37 - 45	57	42	42	40
Malla N° 50	%	14	10 - 18	21	16	15	13
Malla N° 200	%	6,6	4,6 - 8	11,7	9,2	8,3	6,9

Nota: (-) : No se realiza

(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 44 - 96

Diseño de mezcla vigente
12-Feb-98

Valor diseño	Tolerancia / especificación
--------------	-----------------------------

Muestra No.				852			
Fecha				01-Dec-98			
Planta				Pedregal			
Maerial				Mezcla Planta			
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1580	> 700	1489			
Flujo	(1/100)cm	33,3	20 - 40	33			
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	47,4	-	45			
Gravedad especifica máxima teorica		2,327	-	2,375			
Densidad	%	2225	-	2239			
Vacios en la mezcla	%	4,4	3 - 5	5,7			
V.A.M.	%	18,6	>12	-			
V.F.A.	%	75	65 - 75	-			
Resistencia Retenida	%	89	> 75	-			
Estabilidad Retenida	%	80	> 75	-			
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,4	>2,1	-			
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,6- 1,3	1,28			
Contenido asf. sobre mezcla	%	7,1	6,6 - 7,6	6,44			
Contenido asf. sobre agregado	%	7,65	7,2 - 8,2	6,97			
Contenido de ceniza	%	-	-	-			
Contenido de agua	%	-	-	0,13			
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 '')	%	100	100	100			
Malla 19.0 mm (3/4'')	%	100	100	100			
Malla 9.5 mm (3/8 '')	%	85	80 - 90	82			
Malla N° 4	%	60	56 - 64	55			
Malla N° 8	%	41	37 - 45	37			
Malla N° 50	%	14	10 - 18	14			
Malla N° 200	%	6,6	4,6 - 8	8,0			

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 37 - 96

Diseño de mezcla vigente
26-Apr-98

Valor diseño Tolerancia /
 especificación

Muestra No.				810	811	812	817
Fecha				14-Oct-98	2-Nov-98	2-Nov-98	10-Nov-98
Planta				Calle Blancos	Calle Blancos	Calle Blancos	Calle Blancos
Material				Bache seco	Bache seco	Bache seco	Bache seco
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1350	> 700	-	-	-	-
Flujo	(1/100)cm	23,6	20 - 40	-	-	-	-
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	572	-	-	-	-	-
Gravedad especifica máxima teorica		2,458	-	-	-	-	-
Densidad	%	2360	-	-	-	-	-
Vacios en la mezcla	%	4	3 - 5	-	-	-	-
V.A.M.	%	15	>12	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	85,7	> 75	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,3	>2,1	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	1,23	0,6 - 1,3	-	-	-	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	5,3	4,8 - 5,8	-	-	-	-
Contenido asf. sobre agregado	%	5,6	5,1 - 6,1	-	-	-	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	82	77 - 87	79	83	83	81
Malla N° 4	%	61	57 - 65	52	57	57	57
Malla N° 8	%	45	41 - 49	37	39	39	42
Malla N° 50	%	13	10 - 17	13	13	13	12
Malla N° 200	%	4,3	3 - 6,3	5,9	6,4	6,4	5,3

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 37 - 96

Diseño de mezcla vigente
26-Apr-98

Valor diseño	Tolerancia / especificación
--------------	-----------------------------

Muestra No.				819	821	828	834	844
Fecha				10-Nov-98	18-Nov-98	19-Nov-98	24-Nov-98	28-Nov-98
Planta				C.Blancos	C.Blancos	C.Blancos	Calle B.	Calle B.
Maerial				Mezcla Planta	Mezcla Planta	Bache Seco	Bache Seco	Mezcla Planta
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1350	> 700	-	-	-	-	2173
Flujo	(1/100)cm	23,6	20 - 40	-	-	-	-	30
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	572	-	-	-	-	-	724
Gravedad especifica máxima teorica		2,458	-	-	2,482	-	-	2,484
Densidad	%	2360	-	-	2300	-	-	2408
Vacios en la mezcla	%	4	3 - 5	-	7,35	-	-	3,1
V.A.M.	%	15	>12	-	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	85,7	> 75	-	69	-	-	71
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,3	>2,1	-	-	-	-	4,41
Relación Polvo / Asfalto	%	1,23	0,6 - 1,3	-	1,51	-	-	2,12
Contenido asf. sobre mezcla	%	5,3	4,8 - 5,8	-	5,16	-	-	4,59
Contenido asf. sobre agregado	%	5,6	5,1 - 6,1	-	5,56	-	-	4,81
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	0,09
Contenido de agua	%	-	-	-	0,2	-	-	0,09
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	-	100	100	100	100
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	-	100	100	100	100
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	82	77 - 87	-	79	82	84	81
Malla N° 4	%	61	57 - 65	-	52	57	55	57
Malla N° 8	%	45	41 - 49	-	37	45	39	41
Malla N° 50	%	13	10 - 17	-	14	18	15	18
Malla N° 200	%	4,3	3 - 6,3	-	7,8	8,8	8,4	10,0

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 37 - 96

Diseño de mezcla vigente
26-Apr-98

Valor diseño Tolerancia /
especificación

Muestra No.				843	851	859	860	858
Fecha				30-Nov-98	3-Dec-98	3-Dec-98	3-Dec-98	4-Dec-98
Planta				Calle B.	Calle B.	Calle B.	C. Blancos	C. Blancos
Material				Mezcla Planta	Bache Seco	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Bache Seco
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1350	> 700	-	-	1502	1543	-
Flujo	(1/100)cm	23,6	20 - 40	-	-	33	31	-
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	572	-	-	-	455	498	-
Gravedad específica máxima teorica		2,458	-	-	-	2,468	2,468	-
Densidad	%	2360	-	-	-	2364	2362	-
Vacios en la mezcla	%	4	3 - 5	-	-	4,2	4,3	-
V.A.M.	%	15	>12	-	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	85,7	> 75	-	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,3	>2,1	-	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	1,23	0,6 - 1,3	1,7	-	1,1	1,2	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	5,3	4,8 - 5,8	5,5	-	5,6	5,0	-
Contenido asf. sobre agregado	%	5,6	5,1 - 6,1	5,9	-	6,0	5,4	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	0,3	-	0,1	0,1	-
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	82	77 - 87	80	84	81	79	83
Malla N° 4	%	61	57 - 65	54	60	53	52	52
Malla N° 8	%	45	41 - 49	39	46	36	36	36
Malla N° 50	%	13	10 - 17	15	13	13	13	12
Malla N° 200	%	4,3	3 - 6,3	9,0	5,0	6,0	6,0	6,2

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 37 - 96

Diseño de mezcla vigente
26-Apr-98

Valor diseño Tolerancia /
 especificación

Muestra No.				867	881	882	885	900
Fecha				8-Dec-98	22-Dec-98	5-Jan-99	5-Jan-99	7-Jan-99
Planta				C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos
Material				Bache Seco	Bache Seco	Bache Seco	Mezcla Planta	Bache Seco
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1350	> 700	-	-	-	-	-
Flujo	(1/100)cm	23,6	20 - 40	-	-	-	-	-
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	572	-	-	-	-	-	-
Gravedad específica máxima teorica		2,458	-	-	-	-	-	-
Densidad	%	2360	-	-	-	-	-	-
Vacios en la mezcla	%	4	3 - 5	-	-	-	-	-
V.A.M.	%	15	>12	-	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	85,7	> 75	-	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,3	>2,1	-	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	1,23	0,6 - 1,3	-	-	-	1,17	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	5,3	4,8 - 5,8	-	-	-	5,32	-
Contenido asf. sobre agregado	%	5,6	5,1 - 6,1	-	-	-	5,74	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	0,14	-
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	100	100	100	100	PEND
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	100	100	100	100	PEND
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	82	77 - 87	83	85	82	82	PEND
Malla N° 4	%	61	57 - 65	59	59	58	56	PEND
Malla N° 8	%	45	41 - 49	44	42	40	40	PEND
Malla N° 50	%	13	10 - 17	15	13	13	14	PEND
Malla N° 200	%	4,3	3 - 6,3	6,9	6,0	5,0	6,0	PEND

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 37 - 96

Diseño de mezcla vigente 26-Apr-98	
Valor diseño	Tolerancia / especificación

Muestra No.		911	926	935	934		
Fecha		12-Jan-99	15-Jan-99	18-Jan-99	25-Jan-99		
Planta		C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos		
Maerial		Bache Seco	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta		
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1350	> 700	-	1910	1972	1923
Flujo	(1/100)cm	23,6	20 - 40	-	29	28	32
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	572	-	-	659	704	601
Gravedad específica máxima teorica		2,458	-	-	2,441	2,501	2,482
Densidad	%	2360	-	-	2367	2315	2362
Vacios en la mezcla	%	4	3 - 5	-	3,0	7,4	4,9
V.A.M.	%	15	>12	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	85,7	> 75	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,3	>2,1	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	1,23	0,6 - 1,3	-	1,23	PEND	PEND
Contenido asf. sobre mezcla	%	5,3	4,8 - 5,8	-	5,30	PEND	PEND
Contenido asf. sobre agregado	%	5,6	5,1 - 6,1	-	5,70	PEND	PEND
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	PEND	PEND
Contenido de agua	%	-	-	-	0,1	PEND	PEND
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	PEND	100	PEND	PEND
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	PEND	100	PEND	PEND
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	82	77 - 87	PEND	82	PEND	PEND
Malla N° 4	%	61	57 - 65	PEND	56	PEND	PEND
Malla N° 8	%	45	41 - 49	PEND	40	PEND	PEND
Malla N° 50	%	13	10 - 17	PEND	14	PEND	PEND
Malla N° 200	%	4,3	3 - 6,3	PEND	7,0	PEND	PEND

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 39 - 96

Diseño de mezcla vigente
26-Apr-98

Valor diseño Tolerancia /
 especificación

Muestra No.				810	811	812	817
Fecha				14-Oct-98	2-Nov-98	2-Nov-98	10-Nov-98
Planta				Calle Blancos	Calle Blancos	Calle Blancos	Calle Blancos
Material				Bache seco	Bache seco	Bache seco	Bache seco
Propiedades		UNIDADES					
Estabilidad		Kg	1350	> 700	-	-	-
Flujo		(1/100)cm	23,6	20 - 40	-	-	-
Estabilidad/Flujo		Kg /mm	572	-	-	-	-
Gravedad específica máxima teorica			2,458	-	-	-	-
Densidad		%	2360	-	-	-	-
Vacios en la mezcla		%	4	3 - 5	-	-	-
V.A.M.		%	15	>12	-	-	-
V.F.A.		%	75	65 - 75	-	-	-
Resistencia Retenida		%	85,7	> 75	-	-	-
Estabilidad Retenida		%	-	> 75	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial		Mpa	2,3	>2,1	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto		%	1,23	0,6 - 1,3	-	-	-
Contenido asf. sobre mezcla		%	5,3	4,8 - 5,8	-	-	-
Contenido asf. sobre agregado		%	5,6	5,1 - 6,1	-	-	-
Contenido de ceniza		%	-	-	-	-	-
Contenido de agua		%	-	-	-	-	-
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")		%	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm (3/4")		%	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm (3/8 ")		%	82	77 - 87	79	83	81
Malla N° 4		%	61	57 - 65	52	57	57
Malla N° 8		%	45	41 - 49	37	39	42
Malla N° 50		%	13	10 - 17	13	13	12
Malla N° 200		%	4,3	3 - 6,3	5,9	6,4	5,3

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 39 - 96

Diseño de mezcla vigente
26-Apr-98

Valor diseño	Tolerancia / especificación
--------------	-----------------------------

Muestra No.				828	834	846	848	851
Fecha				19-Nov-98	24-Nov-98	27-Nov-98	30-Nov-98	3-Dec-98
Planta				C.Blancos	Calle B.	Calle B.	C.Blancos	C.Blancos
Maerial				Bache seco	Bache seco	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1350	> 700	-	-	2042	1638	-
Flujo	(1/100)cm	23,6	20 - 40	-	-	25	31	-
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	572	-	-	-	817	528	-
Gravedad especifica máxima teorica		2,458	-	-	-	2,477	2,472	-
Densidad	%	2360	-	-	-	2363	2376	-
Vacios en la mezcla	%	4	3 - 5	-	-	4,6	3,9	-
V.A.M.	%	15	>12	-	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	85,7	> 75	-	-	71	71	-
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,3	>2,1	-	-	45	45	-
Relación Polvo / Asfalto	%	1,23	0,6 - 1,3	-	-	-	1,52	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	5,3	4,8 - 5,8	-	-	5,41	5,28	-
Contenido asf. sobre agregado	%	5,6	5,1 - 6,1	-	-	5,84	5,74	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	0,19	0,18	-
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	100	100	-	100	100
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	100	100	-	100	100
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	82	77 - 87	82	84	-	80	84
Malla N° 4	%	61	57 - 65	57	55	-	54	60
Malla N° 8	%	45	41 - 49	45	39	-	38	46
Malla N° 50	%	13	10 - 17	18	15	-	14	13
Malla N° 200	%	4,3	3 - 6,3	8,8	8,4	-	8,0	5,0

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 39 - 96

Diseño de mezcla vigente
26-Apr-98

Valor diseño	Tolerancia / especificación
--------------	-----------------------------

Muestra No.		883	881	882	885	898		
Fecha		21-Dec-98	22-Dec-98	5-Jan-99	5-Jan-99	7-Jan-99		
		C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos		
Maerial		Mezcla Planta	Bache Seco	Bache Seco	Mezcla Planta	Mezcla Planta		
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1350	> 700	1560	-	1841	1730	
Flujo	(1/100)cm	23,6	20 - 40	25	-	30	27	
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	572	-	624	-	614	641	
Gravedad específica máxima teorica		2,458	-	2493	-	2485	2501	
Densidad	%	2360	-	2342	-	2353	2346	
Vacios en la mezcla	%	4	3 - 5	6,1	-	5,3	6,2	
V.A.M.	%	15	>12	-	-	-	-	
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-	
Resistencia Retenida	%	85,7	> 75	-	-	-	-	
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,3	>2,1	-	-	-	-	
Relación Polvo / Asfalto	%	1,23	0,6 - 1,3	-	-	-	PEND.	PEND.
Contenido asf. sobre mezcla	%	5,3	4,8 - 5,8	-	-	-	PEND.	PEND.
Contenido asf. sobre agregado	%	5,6	5,1 - 6,1	-	-	-	PEND.	PEND.
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	PEND.	PEND.
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	PEND.	PEND.
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	-	100	100	PEND	PEND
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	-	100	100	PEND	PEND
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	82	77 - 87	-	85	82	PEND	PEND
Malla N° 4	%	61	57 - 65	-	59	58	PEND	PEND
Malla N° 8	%	45	41 - 49	-	42	40	PEND	PEND
Malla N° 50	%	13	10 - 17	-	13	13	PEND	PEND
Malla N° 200	%	4,3	3 - 6,3	-	6,0	5,0	PEND	PEND

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 39 - 96

Diseño de mezcla vigente 26-Apr-98	
Valor diseño	Tolerancia / especificación

Muestra No.				900	899	911	912	920
Fecha				7-Jan-99	9-Jan-99	12-Jan-99	12-Jan-99	14-Jan-99
				C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos	C. Blancos
Maerial				Bache Seco	Mezcla Planta	Bache Seco	Mezcla Planta	Mezcla Planta
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1350	> 700	-	1571	-	1665	1938
Flujo	(1/100)cm	23,6	20 - 40	-	26	-	31	28
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	572	-	-	604	-	537	692
Gravedad especifica máxima teorica		2,458	-	-	2,475	-	2477	2451
Densidad	%	2360	-	-	2352	-	2334	2328
Vacios en la mezcla	%	4	3 - 5	-	5,0	-	5,8	5,0
V.A.M.	%	15	>12	-	-	-	-	-
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	85,7	> 75	-	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,3	>2,1	-	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	1,23	0,6 - 1,3	-	1,09	-	PEND.	PEND.
Contenido asf. sobre mezcla	%	5,3	4,8 - 5,8	-	5,23	-	PEND.	PEND.
Contenido asf. sobre agregado	%	5,6	5,1 - 6,1	-	5,63	-	PEND.	PEND.
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	PEND.	PEND.
Contenido de agua	%	-	-	-	0,11	-	PEND.	PEND.
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	PEND	100	PEND	PEND	PEND
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	PEND	100	PEND	PEND	PEND
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	82	77 - 87	PEND	84	PEND	PEND	PEND
Malla N° 4	%	61	57 - 65	PEND	55	PEND	PEND	PEND
Malla N° 8	%	45	41 - 49	PEND	39	PEND	PEND	PEND
Malla N° 50	%	13	10 - 17	PEND	14	PEND	PEND	PEND
Malla N° 200	%	4,3	3 - 6,3	PEND	5,7	PEND	PEND	PEND

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 39 - 96

Diseño de mezcla vigente
26-Apr-98

Valor diseño	Tolerancia / especificación
--------------	-----------------------------

Muestra No.				919			
Fecha				16-Jan-99			
				C. Blancos			
Maerial				Mezcla Planta			
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1350	> 700	1893			
Flujo	(1/100)cm	23,6	20 - 40	28			
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	572	-	676			
Gravedad especifica máxima teorica		2,458	-	2,464			
Densidad	%	2360	-	2337			
Vacios en la mezcla	%	4	3 - 5	5,2			
V.A.M.	%	15	>12	-			
V.F.A.	%	75	65 - 75	-			
Resistencia Retenida	%	85,7	> 75	-			
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-			
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,3	>2,1	-			
Relación Polvo / Asfalto	%	1,23	0,6 - 1,3	PEND.			
Contenido asf. sobre mezcla	%	5,3	4,8 - 5,8	PEND.			
Contenido asf. sobre agregado	%	5,6	5,1 - 6,1	PEND.			
Contenido de ceniza	%	-	-	PEND.			
Contenido de agua	%	-	-	PEND.			
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	PEND			
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	PEND			
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	82	77 - 87	PEND			
Malla N° 4	%	61	57 - 65	PEND			
Malla N° 8	%	45	41 - 49	PEND			
Malla N° 50	%	13	10 - 17	PEND			
Malla N° 200	%	4,3	3 - 6,3	PEND			

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 30-98

Diseño de mezcla vigente
23-Nov-98

		Valor diseño	Tolerancia / especificación	921	925	923	941
Muestra No.							
Ruta				2,1	2,1	2,1	2,1
Planta				MECO	MECO	MECO	MECO
Fecha				13-Jan-99	15-Jan-99	16-Jan-99	19-Jan-99
Material				Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1120	920 - 1320	1698	1817	1995	1529
Flujo	(1/100)cm	35,8	28,6 - 40	33	30	30	19
Estabilidad/Flujo	Kg /E-2cm	311	249 - 373	515	606	665	805
Gravedad específica máxima teorica		2,434		2,441	2,492	2,504	2,499
Densidad		2334	-	2318	2318	2328	2320
Vacíos en la mezcla		4,1	3,0 - 5,0	5,1	7	7,1	7,2
V.A.M.		16,5	>12,0	-	-	-	-
V.F.A.		75	65 - 75	-	-	-	-
Resistencia Retenida		-	>75	-	-	-	-
Estabilidad Retenida		-	>75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial		Mpa	>2,1	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto		0,93	0,7 - 1,1	PEND	PEND	PEND	PEND
Contenido asf. sobre mezcla		6,5	6 - 7	PEND	PEND	PEND	PEND
Contenido asf. sobre agregado		7,0	6,4 - 7,4	PEND	PEND	PEND	PEND
Contenido de ceniza		-	-	PEND	PEND	PEND	PEND
Contenido de agua		-	-	PEND	PEND	PEND	PEND
Temperatura en el momento de mezclado		-	-	150	150	150	150
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")		100	100	PEND	PEND	PEND	PEND
Malla 19.0 mm (3/4")		100	100	PEND	PEND	PEND	PEND
Malla 9.5 mm (3/8 ")		74	70 - 79	PEND	PEND	PEND	PEND
Malla N° 4		50	50 - 54	PEND	PEND	PEND	PEND
Malla N° 8		32	30 - 36	PEND	PEND	PEND	PEND
Malla N° 50		10	10 - 14	PEND	PEND	PEND	PEND
Malla N° 200		5,1	3,1 - 7,1	PEND	PEND	PEND	PEND

Nota: (-) : No se realiza

(PEND.) : Prueba en proceso.

Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.



Licitación: 30-98

Diseño de mezcla vigente
23-Nov-98

Valor diseño Tolerancia /
 especificación

Muestra No.				944			
Ruta				2,1			
Planta				MECO			
Fecha				23-Jan-99			
Material				Mezcla Planta			
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1120	920 - 1320	1873			
Flujo	(1/100)cm	35,8	28,6 - 40	30			
Estabilidad/Flujo	Kg /m ³	311	249 - 373	624			
Gravedad especifica máxima teorica		2,434		2,490			
Densidad	%	2334	-	2342			
Vacios en la mezcla	%	4,1	3,0 - 5,0	5,9			
V.A.M.	%	16,5	>12,0	-			
V.F.A.	%	75	65 - 75	-			
Resistencia Retenida	%	-	>75	-			
Estabilidad Retenida	%	-	>75	-			
Mpa	-	>2,1	-	-			
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,7 - 1,1	PEND			
Contenido asf. sobre mezcla	%	6,5	6 - 7	PEND			
Contenido asf. sobre agregado	%	7,0	6,4 - 7,4	PEND			
Contenido de ceniza	%	-	-	PEND			
Contenido de agua	%	-	-	PEND			
Temperatura en el momento de mezclado	%	-	-	150			
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	PEND			
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	PEND			
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	74	70 - 79	PEND			
Malla N° 4	%	50	50 - 54	PEND			
Malla N° 8	%	32	30 - 36	PEND			
Malla N° 50	%	10	10 - 14	PEND			
Malla N° 200	%	5,1	3,1 - 7,1	PEND			

Nota: (-) : No se realiza
(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 41-98

Diseño de mezcla vigente
23-Nov-98

		Valor diseño	Tolerancia / especificación			
Muestra No.				940		
Ruta				5,1		
Planta				Uruca		
Fecha				22-Jan-99		
Material				Mezcla Planta		
Propiedades	UNIDADES					
Estabilidad	Kg	1120	> 700	1937		
Flujo	(1/100)cm	35,8	20 - 40	31		
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	313	-	624,8		
Gravedad específica máxima teorica		2,434	-	2,498		
Densidad	%	2334	-	2343		
Vacios en la mezcla	%	4,1	3 - 5	6,2		
V.A.M.	%	16,5	>12	-		
V.F.A.	%	75	65 - 75	-		
Resistencia Retenida	%	-	> 75	-		
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-		
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2,4	>2,1	-		
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0.7 - 1.1	PEND.		
Contenido asf. sobre mezcla	%	6,5	6 - 7	PEND.		
Contenido asf. sobre agregado	%	6,95	6,4 - 7,4	PEND.		
Contenido de ceniza	%	-	-	PEND.		
Contenido de agua	%	-	-	PEND.		
Temperatura en el momento de mezclado	%			PEND.		
Agregados (% pasando)						
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	PEND.		
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	PEND.		
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	74	70 - 79	PEND.		
Malla N° 4	%	50	50 - 54	PEND.		
Malla N° 8	%	32	30 - 36	PEND.		
Malla N° 50	%	10	10 - 14	PEND.		
Malla N° 200	%	5,1	3,1 - 7,1	PEND.		



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 34-98

Diseño de mezcla vigente
23-Nov-98

Valor diseño Tolerancia /
especificación

Propiedades		UNIDADES				
Muestra No.				939		
Ruta				2,3		
Planta				Uruca		
Fecha				21-Jan-99		
Material				Mezcla Planta		
Estabilidad	Kg	1120	920 - 1320	1673		
Flujo	(1/100)cm	35,8	28,6 - 40	31		
Estabilidad/Flujo	Kg/mm	311	249 - 373	540		
Gravedad especifica máxima teorica		2,434		2,391		
Densidad	%	2334	-	2208		
Vacios en la mezcla	%	4,1	3,0 - 5,0	7,7		
V.A.M.	%	16,5	>12,0	-		
V.F.A.	%	75	65 - 75	-		
Resistencia Retenida	%	-	>75	-		
Estabilidad Retenida	%	-	>75	-		
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	-	>2,1	-		
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,7 - 1,1	PEND.		
Contenido asf. sobre mezcla	%	6,5	6 - 7	PEND.		
Contenido asf. sobre agregado	%	7,0	6,4 - 7,4	PEND.		
Contenido de ceniza	%	-	-	PEND.		
Contenido de agua	%	-	-	PEND.		
Temperatura en el momento de mezclado	%	-	-	PEND.		
Agregados (% pasando)						
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	PEND.		
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	PEND.		
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	74	70 - 79	PEND.		
Malla N° 4	%	50	50 - 54	PEND.		
Malla N° 8	%	32	30 - 36	PEND.		
Malla N° 50	%	10	10 - 14	PEND.		
Malla N° 200	%	5,1	3,1 - 7,1	PEND.		

Nota: (-) : No se realiza

(PEND.) : Prueba en proceso.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 27-98

Diseño de mezcla vigente
23-Nov-98

Valor diseño Tolerancia /
 especificación

Muestra No.				942		
Ruta				1,3		
Planta				Uruca		
Fecha				25-Jan-99		
Material				Mezcla Planta		
Propiedades	UNIDADES					
Estabilidad	Kg	1120	920 - 1320	1482		
Flujo	(1/100)cm	35,8	28,6 - 40	18		
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	311	249 - 373	82		
Gravedad especifica máxima teorica		2,434		2484		
Densidad	%	2334	-	2342		
Vacios en la mezcla	%	4,1	3,0 - 5,0	5,7		
V.A.M.	%	16,5	>12,0	-		
V.F.A.	%	75	65 - 75	-		
Resistencia Retenida	%	-	>75	-		
Estabilidad Retenida	%	-	>75	-		
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	-	>2,1	-		
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,7 - 1,1	PEND.		
Contenido asf. sobre mezcla	%	6,5	6 - 7	PEND.		
Contenido asf. sobre agregado	%	7,0	6,4 - 7,4	PEND.		
Contenido de ceniza	%	-	-	PEND.		
Contenido de agua	%	-	-	PEND.		
Temperatura en el momento de mezclado	%	-	-	PEND.		
Agregados (% pasando)						
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	PEND.		
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	PEND.		
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	74	70 - 79	PEND.		
Malla N° 4	%	50	50 - 54	PEND.		
Malla N° 8	%	32	30 - 36	PEND.		
Malla N° 50	%	10	10 - 14	PEND.		
Malla N° 200	%	5,1	3,1 - 7,1	PEND.		



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: **25-98**

Diseño de mezcla vigente
23-Nov-98
Valor diseño **Tolerancia / especificación**

Muestra No.				922	924		
Ruta				212	212		
Planta				MECO	MECO		
Fecha				14-Jan-99	18-Jan-99		
Material				Mezcla Planta	Mezcla Planta		
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1120	920 - 1320	PEND	PEND		
Flujo	(1/100)cm	35,8	28,6 - 40	PEND	PEND		
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	311	249 - 373	PEND	PEND		
Gravedad especifica máxima teorica		2,434		PEND	PEND		
Densidad	%	2334	-	PEND	PEND		
Vacios en la mezcla	%	4,1	3,0 - 5,0	PEND	PEND		
V.A.M.	%	16,5	>12,0	-	-		
V.F.A.	%	75	65 - 75	-	-		
Resistencia Retenida	%	-	>75	-	-		
Estabilidad Retenida	%	-	>75	-	-		
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	-	>2,1	-	-		
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,7 - 1,1	PEND	PEND		
Contenido asf. sobre mezcla	%	6,5	6 - 7	PEND	PEND		
Contenido asf. sobre agregado	%	7,0	6,4 - 7,4	PEND	PEND		
Contenido de ceniza	%	-	-	PEND	PEND		
Contenido de agua	%	-	-	PEND	PEND		
Temperatura en el momento de mezclado	%	-	-				
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	PEND	PEND		
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	PEND	PEND		
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	74	70 - 79	PEND	PEND		
Malla N° 4	%	50	50 - 54	PEND	PEND		
Malla N° 8	%	32	30 - 36	PEND	PEND		
Malla N° 50	%	10	10 - 14	PEND	PEND		
Malla N° 200	%	5,1	3,1 - 7,1	PEND	PEND		



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Licitación: 47-98

Diseño de mezcla vigente
23-Nov-98

Valor diseño Tolerancia / especificación

Muestra No.				928		
Ruta				106		
Planta				MECO		
Fecha				14-Jan-99		
Material				Mezcla Planta		
Propiedades	UNIDADES					
Estabilidad	Kg	1120	920 - 1320	PEND		
Flujo	(1/100)cm	35,8	28,6 - 40	PEND		
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	311	249 - 373	PEND		
Gravedad específica máxima teorica		2,434		PEND		
Densidad	%	2334	-	PEND		
Vacios en la mezcla	%	4,1	3 - 5	PEND		
V.A.M.	%	16,5	>12	-		
V.F.A.	%	75	65 - 75	-		
Resistencia Retenida	%	-	>75	-		
Estabilidad Retenida	%	-	>75	-		
Resistencia compresión uniaxial	kg	-	-	-		
Relación Polvo / Asfalto	%	0,93	0,7 - 1,1	PEND		
Contenido asf. sobre mezcla	%	6,5	6 - 7	PEND		
Contenido asf. sobre agregado	%	6,95	6,4 - 7,4	PEND		
Contenido de ceniza	%	-	-	PEND		
Contenido de agua	%	-	-	PEND		
Temperatura en el momento de mezclado	%	-	-			
Agregados (% pasando)						
Malla 25.4 mm (1 ")	%	100	100	PEND		
Malla 19.0 mm (3/4")	%	100	100	PEND		
Malla 9.5 mm (3/8 ")	%	74	70 - 79	PEND		
Malla N° 4	%	50	50 - 54	PEND		
Malla N° 8	%	32	30 - 36	PEND		
Malla N° 50	%	10	10 - 14	PEND		
Malla N° 200	%	5,1	3,1 - 7,1	PEND		

INSERTO No. 10-3

Resultados de análisis histórico de muestras de agregado para el PMR

Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de parámetros de seguimiento histórico de plantas.

PLANTA	MECO LA URUCA
---------------	----------------------

CARACTERISTICA	NUMERO DE MUESTRA				Agregado de diseño presentado		Especificaciones contractuales
	897	Muestreo Muni.	947		PMR y autopistas	Municipalidad	
FECHA DE MUESTREO	7/1/99	Noviembre 98	20/1/99		23/11/98	3/11/98	
TIPO DE MATERIAL	bache húmedo	dosificado lab.	bache húmedo		dosificado lab.	dosificado lab.	
PUNTO DE MUESTREO	banda / planta	apilamientos	banda / planta		apilamientos	apilamientos	
FRACCION FINA							
Gravedad específica Gbs	2.65	2.58	2.61		2.629	2.629	mínimo de 35 mínimo de 55 máximo de 6 máximo de 12 mínimo de 40 (*)
Absorción	3.26	2.47	2.26		2.37	2.37	
Indice de durabilidad					62	N.I.	
Equivalente de arena		73.6			75	75	
Límite de plasticidad		N.P.			N.P.	N.P.	
Sanidad		4.82			4.7	4.7	
Vacios no compactados		36.4			45	45	
FRACCION GRUESA							
Gravedad específica Gbs	2.61	2.57	2.57		2.597	2.597	mínimo de 35 mínimo de 25 mínimo de 75 % máximo de 40 % máximo de 12 %
Absorción	2.31	3.05	3.05		2.9	2.9	
Indice de durabilidad					85	N.I.	
Solubilidad en carbonato					99.6	N.I.	
Caras fracturadas		100			96	96	
Abrasión en prueba L.A.		21.3			23.2	23.2	
Sanidad					4.9	4.9	
GRANULOMETRIA							
% pasando malla 25 mm	100	100	100		100	100	100
% pasando malla 19 mm	100	99.8	100		100	100	100
% pasando malla 12.5 mm	95.5	89.5	94.9		89	89	90-100
% pasando malla 9.5 mm	85.1	72	78.2		74	74	70-90
% pasando malla No. 4	63.4	46.7	52.5		50	47	50-70
% pasando malla No. 8	47.2	30.7	36		32	32	30-40
% pasando malla No. 50	14.4	8.5	12		10	10	10-20
% pasando malla No. 200	7.1	3.7	5.8		5.1	5.1	3-8

(*) Requisito para tránsito pesado (más de 3 millones de ejes equivalentes).



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de parámetros de seguimiento histórico de plantas.

PLANTA	PEDREGAL NICOYA
---------------	------------------------

CARACTERISTICA	NUMERO DE MUESTRA				Agregado de diseño presentado	Especificaciones contractuales
	840					
FECHA DE MUESTREO	27/11/98				16/1/99	
TIPO DE MATERIAL	Dosificado planta				dosificado lab.	
PUNTO DE MUESTREO	Banda transportadora				apilamientos	
FRACCION FINA						
Gravedad específica Gbs	2.6				2.665	mínimo de 35 mínimo de 55 máximo de 6 máximo de 12 mínimo de 40 (*)
Absorción	1.58				0.6	
Indice de durabilidad					72	
Equivalente de arena	58				54	
Límite de plasticidad					N.P.	
Sanidad	4.8				3.2	
Vacios no compactados					42.1	
FRACCION GRUESA						
Gravedad específica Gbs	2.66				2.674	mínimo de 35 mínimo de 25 mínimo de 75 % máximo de 40 % máximo de 12 %
Absorción	0.48				0.5	
Indice de durabilidad					44	
Solubilidad en carbonato					50	
Caras fracturadas					100	
Abrasión en prueba L.A.	11.5				23.8	
Sanidad	1.8				0.4	
GRANULOMETRIA						
% pasando malla 25 mm	100				100	100
% pasando malla 19 mm	100				100	100
% pasando malla 12.5 mm	96.9				98	90-100
% pasando malla 9.5 mm	79.5				81	70-90
% pasando malla No. 4	49.2				53	50-70
% pasando malla No. 8	32.4				38	30-40
% pasando malla No. 50	11.9				12	10-20
% pasando malla No. 200	8.4				5.8	3-8

(*) Requisito para tránsito pesado (más de 3 millones de ejes equivalentes).

Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de parámetros de seguimiento histórico de plantas.

PLANTA	CONANSA							Especificaciones contractuales
	NUMERO DE MUESTRA					Agregado de diseño presentado		
	828	834	836	837	900	PMR y autopistas	Municipalidad	
CARACTERISTICA								
FECHA DE MUESTREO	27/11/98	24/11/98	26/11/98	26/11/98	7/1/99	15/11/98		
TIPO DE MATERIAL	dosificado planta	dosificado planta	quinta/Piedra Grande	polvo/Piedra Grande	dosificado planta	dosificado lab.	dosificado lab.	
PUNTO DE MUESTREO	bache seco	bache seco	Tajo Piedra Grande	Tajo Piedra Grande	bache seco	apilamientos	apilamientos	
FRACCION FINA								
Gravedad específica Gbs	2.6	2.63		2.63	2.65	2.64	2.64	mínimo de 35 mínimo de 55 máximo de 6 máximo de 12 mínimo de 40 (*)
Absorción	2	1.61		2.25	1.85	2.1	2.1	
Índice de durabilidad						N.I.	N.I.	
Equivalente de arena						69	69	
Límite de plasticidad						N.I.	N.I.	
Sanidad						N.I.	8.6	
Vacios no compactados						45	45	
FRACCION GRUESA								
Gravedad específica Gbs	2.61	2.64	2.62		2.62	2.59	2.59	mínimo de 35 mínimo de 25 mínimo de 75 % máximo de 40 % máximo de 12 %
Absorción	2.05	1.99	2.17		1.9	3	3	
Índice de durabilidad						N.I.	N.I.	
Solubilidad en carbonato						N.I.	N.I.	
Caras fracturadas			99.1			98	98	
Abrasión en prueba L.A.			25.6			20.6	20.6	
Sanidad						4.5	4.5	
GRANULOMETRIA								
% pasando malla 25 mm	100	100	100	100	100	100	100	100
% pasando malla 19 mm	100	100	100	100	100	100	100	100
% pasando malla 12.5 mm	95.9	94.7	95.3	93.3	97.4		85	90-100
% pasando malla 9.5 mm	82.2	83.5	63.3	74.9	83.5	82	65	70-90
% pasando malla No. 4	57.1	55.4	10.6	44.6	58.1	45	40	50-70
% pasando malla No. 8	44.5	39.4	6.4	30.4	42		29	30-40
% pasando malla No. 50	18	15.4	2.9	10.9	16.1	13	10	10-20
% pasando malla No. 200	8.8	8.4	1.6	5	5.3	4.3	5	3-8

(*) Requisito para tránsito pesado (más de 3 millones de ejes equivalentes).



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

**Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de parámetros de
seguimiento histórico de plantas.**

PLANTA	CONANSA
---------------	----------------

CARACTERISTICA	NUMERO DE MUESTRA				Agregado de diseño presentado		Especificaciones contractuales
	911	948	Muestreo Muni.	853, 854, 855, 856	PMR y autopistas	Municipalidad	
FECHA DE MUESTREO	12/1/99	20/1/99	Noviembre 98	3/12/98	15/11/98		
TIPO DE MATERIAL	dosificado planta	dosificado planta	dosificado lab.	dosificado lab.	dosificado lab.	dosificado lab.	
PUNTO DE MUESTREO	bache seco	bache seco	apilamientos	apilamientos	apilamientos	apilamientos	
FRACCION FINA							
Gravedad específica Gbs	2.66	2.64	2.61	2.6	2.64	2.64	mínimo de 35 mínimo de 55 máximo de 6 máximo de 12 mínimo de 40 (*)
Absorción	2.65	1.96	2.4	2.58	2.1	2.1	
Índice de durabilidad				82	N.I.	N.I.	
Equivalente de arena			79	80	69	69	
Límite de plasticidad			No presenta	No presenta	N.I.	N.I.	
Sanidad				4.5	N.I.	8.6	
Vacios no compactados			35.9		45	45	
FRACCION GRUESA							
Gravedad específica Gbs	2.62	2.65	2.59	2.62	2.59	2.59	mínimo de 35 mínimo de 25 mínimo de 75 % máximo de 40 % máximo de 12 %
Absorción	1.93	1.81	2.3	2.61	3	3	
Índice de durabilidad				91	N.I.	N.I.	
Solubilidad en carbonato					N.I.	N.I.	
Caras fracturadas			100	98.3	98	98	
Abrasión en prueba L.A.			22.1	23.1	20.6	20.6	
Sanidad			1.76	6.7	4.5	4.5	
GRANULOMETRIA							
% pasando malla 25 mm	100	100	100	100	100	100	100
% pasando malla 19 mm	100	100	100	100	100	100	100
% pasando malla 12.5 mm	97.1	95.8	90.4	94.5		85	90-100
% pasando malla 9.5 mm	83.1	83.5	74.5	79.3	82	65	70-90
% pasando malla No. 4	60.2	58.5	47.3	49.9	45	40	50-70
% pasando malla No. 8	44.4	42.2	34	34.4		29	30-40
% pasando malla No. 50	11.8	17.3	11.7	11	13	10	10-20
% pasando malla No. 200	4.3	7.7	5.4	5.7	4.3	5	3-8

(*) Requisito para tránsito pesado (más de 3 millones de ejes equivalentes).

Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de parámetros de seguimiento histórico de plantas.

PLANTA PEDREGAL

CARACTERISTICA	NUMERO DE MUESTRA				Agregado de diseño presentado		Especificaciones contractuales	
	829	831	833	PMR y autopistas	Proyecto Muni.	PMR y autopistas		Proyecto Muni.
FECHA DE MUESTREO	10/12/98	10/12/98	10/12/98	19/11/98	noviembre 1998	21/10/98	15/11/98	
TIPO DE MATERIAL	quintilla Belén	polvo piedra Belén	polvo piedra Belén	dosificado lab.: polvo Zurquí / quinta Belén	dosificado lab.: polvo Zurquí / quinta Belén	dosificado lab.: polvo Zurquí / quinta Belén	dosificado lab.: polvo Zurquí / quinta Belén	
PUNTO DE MUESTREO	apilamiento quebrador	apilamiento planta	apilamiento quebrador	apilamiento planta	apilamiento planta	apilamiento planta	apilamiento planta	
FRACCION FINA								
Gravedad específica Gbs		2.43	2.34	2.5	2.38	2.543	2.563	mínimo de 35 mínimo de 55 máximo de 6 máximo de 12 mínimo de 40 (*)
Absorción		4.36	4.19	3.04	5.17	2.37	3.58	
Indice de durabilidad				72.5	N.I.	47	N.I.	
Equivalente de arena		78	74	72	74.9	49	49	
Limite de plasticidad				N.P.	N.P.	N.P.	N.I.	
Sanidad				N.I.	N.I.	10	10	
Vacios no compactados				35.3	37.5	45	45.6	
FRACCION GRUESA								
Gravedad específica Gbs	2.44			2.58	2.69	2.46	2.466	mínimo de 35 mínimo de 25 mínimo de 75 % máximo de 40 % máximo de 12 %
Absorción	3.87			2.47	3.27	3.61	2.5	
Indice de durabilidad				92	N.I.	72	N.I.	
Solubilidad en carbonato				N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	
Caras fracturadas	100			99.9	100	100	99.1	
Abrasión en prueba L.A.	25.5			23	19.5	22.1	22.1	
Sanidad				4.6	2.67	6.7	6.7	
GRANULOMETRIA								
% pasando malla 25 mm	100	100	100	100	100	100	100	100
% pasando malla 19 mm	100	100	100	100	100	100	100	100
% pasando malla 12.5 mm	94.7	100	100	97.1	95.4	97	97	90-100
% pasando malla 9.5 mm	65.7	100	100	87.7	79.6	87	86	70-90
% pasando malla No. 4	6.7	78.9	81.8	62.1	50.9	55	54	50-70
% pasando malla No. 8	3.3	51.7	54.7	41.7	32.9	35	34	30-40
% pasando malla No. 50	2.4	16	18.8	11	10.6	11	10	10-20
% pasando malla No. 200	1.6	8.4	9.6	6.1	6.3	6.1	5.2	3-8

10.3 INFORMES DE DISEÑO DE MEZCLA

Para las extensiones de licitación de la primera etapa del PMR y el inicio de la segunda etapa del PMR, se cuenta con los siguientes diseños de mezcla suministrados por los ingenieros de proyecto y/o ingenieros consultores, tal como se describe en la Tabla No. 10.3.

Tabla No. 10.3 Informes de diseño de mezcla vigentes en el PMR

Planta	Fecha del informe	Remisión	Comentarios en Oficio LANAMME No.
CONANSA (1)	Julio de 1998	Ing. Carlos Villalta	LM-IC-D-61-99
MECO La Uruca (2)	23 de noviembre de 1998	Ing. Carlos Villalta	LM-IC-D-60-99
Santa Fe (3)	3 de noviembre de 1998	Ing. Carlos Villalta	LM-IC-D-62-99
Pedregal Belén (4)	5 de noviembre de 1998	Ing. Manuel Viquez	LM-IC-D-63-99
Pedregal Nicoya (5)	19 de enero de 1999	Ing. Manuel Vélez	Pendiente
Sánchez Carvajal (6)	7 de enero de 1999	Ing. Rónald Fonseca	Pendiente
MECO La Uruca (7)	8 de diciembre de 1999	Ing. Roque Rimolo	Pendiente

Notas:

- (1) Para utilizar alternativamente en la licitación No. 25-98. Aún vigente para las licitaciones No. 37-96 y 39-96.
- (2) Para utilizar en la licitación No. 25-98 y No. 26-98. Verbalmente se comunicó que funcionaría en las licitaciones No. 30-98 y 32-98.
- (3) Para utilizar alternativamente en la licitación No. 25-98.
- (4) Para utilizar en la licitación No. 24-98.
- (5) Para utilizar en las licitaciones No. 35-98, 36-98 y 37-98.
- (6) Para utilizar en las licitaciones No. 42-96 y 44-96.
- (7) Para utilizar en las licitaciones No. 33-96 y 34-96.

El análisis detallado y resumen de la información presentada en los diferentes diseños de mezcla se presenta en los oficios correspondientes, según se indica en la Tabla No. 10.3, presentados en el Inserto No. 10.4.

INSERTO No. 10-4

Análisis de diseños de mezcla presentados a la fecha, para el Programa de Mantenimiento Rutinario



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

San José, 20 de enero de 1999

LM-IC-D-61-99

**Ing. Carlos Villalta,
Ingeniero de Proyecto,
Licitación No. 25-98,
Programa de Mantenimiento Rutinario**

Estimado señor:

Por este medio me permito remitirle nuestros comentarios respecto al diseño de mezcla para la planta CONANSA, suministrado por la empresa M & S, para ser utilizado en las labores de bacheo de la Región 1, Zona 1-1, para tránsito promedio diario menor a 10000 vehículos, remitido mediante oficio No. PMR-PM-01-99 del 5 de enero de 1999.

Los documentos que fueron enviados como parte del informe de diseño de mezcla son:

- Informe de diseño de mezcla para carpeta asfáltica graduación B del 20 de febrero de 1997.
- Propuesta de modificación en la fórmula de trabajo de julio de 1998.
- Informe técnico de la Sub-área de Control de Calidad y Geotecnia del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, referente a la fórmula de trabajo de CONANSA, del 7 de agosto de 1998.

Del análisis de la documentación remitida, evaluados en el entendido de que representa un diseño de mezcla alternativo para los trabajos de pavimentación de M & S, se pueden establecer las siguientes anotaciones.

- Un informe de diseño de mezcla es un documento profesional de carácter legal, debe tener un profesional de laboratorio claramente definido, debe estar debidamente estructurado y con un alto grado de claridad. El conjunto de documentos remitidos, si bien presenta información valiosa sobre la evolución de la fórmula de trabajo en la planta CONANSA, no reúne las condiciones formales de presentación de un informe de diseño de mezcla.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- No existe remisión formal del contratista.
- A partir de los documentos remitidos no queda claro la fuente explícita de los agregados a procesar en la planta asfáltica, se establece que provienen de Guápiles, pero no se establece la fuente específica (tajo o quebrador).
- La granulometría de la fórmula de trabajo propuesta en julio de 1998 (última propuesta de fórmula de trabajo reportada por el contratista) no presenta información respecto a los tamices No. 16, No. 30 y No. 100, especificados en la normativa vigente del PMR.
- La granulometría de la fórmula de trabajo presenta un incumplimiento en el porcentaje de agregado pasando la malla No. 8 (42.0 %). Se recuerda que el rango de especificación para el porcentaje de agregado pasando la malla No. 8 es de 30 a 40 %, según establecen las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, de acuerdo con una reciente modificación.
- No se presentan los resultados completos de los ensayos de aceptación para el agregado de diseño. Se presentan algunos ensayos de evaluación para piedra quintilla y piedra 1024, correspondientes al informe de la Sub-área de Control de Calidad y Geotecnia; sin embargo, en el diseño de mezcla del 20 de febrero de 1997 se mencionan diferentes tipos de agregado de apilamiento: polvo de piedra, piedra quinta y piedra cuartilla. Adicionalmente, las especificaciones contractuales para la aceptación del agregado se refieren al agregado de diseño, en sus fracciones gruesa y fina, no al agregado de apilamiento.
- El informe de diseño de mezcla del 20 de febrero de 1997 presenta un resultado del ensayo de resistencia a la compresión uniaxial retenida correspondiente a mezcla asfáltica muestreada en planta y con asfalto tipo 80-100. El ensayo de resistencia a la compresión uniaxial retenida es una prueba de evaluación de la calidad del agregado de diseño, con el propósito de analizar su naturaleza hidrofílica previo a su utilización en la producción de mezcla asfáltica en planta, debe realizarse con agregado muestreado en apilamiento y dosificado de acuerdo con las proporciones de diseño, utilizando los mismos materiales a emplear durante la producción de mezcla. En este caso se está presentando un resultado donde el agregado ya ha pasado por el quemador (mezcla tomada en la planta) y donde se utilizó ligante asfáltico tipo 80-100 (de diferentes características al ligante asfáltico AC-20, de uso generalizado actualmente).
- No se han reportado los resultados de estabilidad retenida y resistencia a la tensión diametral retenida, que están normados en las especificaciones contractuales.
- En la actualización de la fórmula de trabajo de julio de 1998 no se han incluido detalles sobre el muestreo del agregado, proporcionamiento de los agregados de apilamiento, el curado de la mezcla asfáltica previo a su compactación y el número de especímenes por contenido de asfalto.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- No se ha aportado ningún certificado de calidad para el ligante asfáltico utilizado en ninguna de las evaluaciones de mezcla asfáltica reportadas.

De esta manera, aplican las siguientes recomendaciones.

- Solicitar la presentación del detalle completo de ensayos de evaluación de la calidad del agregado de diseño. Además, es indispensable conocer cuáles son los tipos de agregado a utilizar en la producción de mezcla asfáltica (apilamientos), así como sus proporciones de diseño y las fuentes específicas (tajos).
- Solicitar el soporte experimental completo y detallado para el documento de actualización de la fórmula de trabajo de julio de 1998, haciendo referencia a la normativa contractual: número de especímenes, método de curado, temperatura de mezcla y compactación, etc.
- Solicitar la presentación de los ensayos de durabilidad de la mezcla asfáltica, para el contenido de asfalto de la fórmula de trabajo: resistencia a la compresión uniaxial retenida, estabilidad retenida y resistencia a la tensión diametral retenida.
- Solicitar el certificado de calidad correspondiente al ligante asfáltico utilizado en la determinación del contenido de asfalto de diseño, comprobación de la fórmula de trabajo y ensayos de durabilidad en la mezcla asfáltica con contenido de asfalto según fórmula de trabajo.
- Enmarcar toda la información concerniente al diseño de mezcla y determinación de la fórmula de trabajo dentro de un informe profesional completo y detallado. Estableciendo un profesional responsable por el laboratorio que emite el informe y con carta de remisión a la Ingeniería de Proyecto, por parte del contratista.

El grado de detalle de las aclaraciones y modificaciones sugeridas es suficiente para solicitar la presentación de un nuevo informe de diseño de mezcla, de acuerdo con las especificaciones contractuales y los estándares de presentación de un informe de diseño de mezcla.

Se recuerda que la presentación de un informe de diseño de mezcla completo y que refleje la realidad de la producción de mezcla asfáltica es fundamental para las labores de control y verificación de calidad. La no presentación de un informe de diseño de mezcla actualizado determina la imposibilidad de asegurar la uniformidad de un proceso productivo de mezcla asfáltica, con las consecuentes implicaciones en cuanto a reducción de precio por el ítem de calidad de la producción de mezcla asfáltica.

Se adjunta el resumen de información sobre la fórmula de trabajo de la planta de CONANSA, de acuerdo con actualización de julio de 1998.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

Sin otro particular, me despido, quedando a sus órdenes para cualquier aclaración o consulta adicional que se presente.

Atentamente,

**MSCE. MBA. Pedro Castro Fernández, Coordinador,
Verificación de la Calidad, Programa de Mantenimiento Rutinario,
LANAMME, Universidad de Costa Rica.**

CC:

**Ings. Alejandro Molina, Edgar Corrales, Fernando Rodríguez,
Ings. Alfonso García, Roque Rímolo, Miguel Valverde, Wálter Acuña,
Ings. Manuel Víquez, Víctor Gutiérrez,
Ings. Mario Arce, Edgar Herrera**

RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA

PLANTA	CONANSA
FECHA DEL INFORME	Julio de 1998
FECHA DE VIGENCIA	Sin vigencia recomendada

FORMULA DE TRABAJO

GRANULOMETRIA			
TAMIZ	% PASANDO	TOLERANCIAS	
19 mm	100	100	100
12.7 mm	N.I.	N.I.	N.I.
9.5 mm	82	77	87
No. 4	57	53	61
No. 8	42	36	40
No. 16	N.I.	N.A.	N.A.
No. 30	N.I.	N.I.	N.I.
No. 50	14	10	18
No. 100	N.I.	N.I.	N.I.
No. 200	6	4	8

Notas:

- Granulometría B y rangos de tolerancia de acuerdo con la modificación del CR-77 (tomo II del cartel de especificaciones de los proyectos del PMR).

PORCENTAJE DE ASFALTO (%)			
ITEM	CONTENIDO	TOLERANCIAS	
POR PESO DE AGREGADO	5.90	5.40	6.40
POR PESO TOTAL DE MEZCLA	5.60	5.10	6.10

PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA

PROPIEDAD	RESULTADO	TOLERANCIA	
DENSIDAD	2372 kg/m ³	N.A.	N.A.
ESTABILIDAD	1400 kg	1200	1600
FLUJO	34.5	27.6	40.0
ESTABILIDAD / FLUJO	406	309	503
V.A.M.	14.7 %	N.A.	N.A.
V.F.A.	73.0 %	N.A.	N.A.
% VACIOS EN MEZCLA	4.0 %	N.A.	N.A.
POLVO / ASFALTO	1.07	0.86	1.28
ESTABILIDAD RETENIDA	N.I.	N.I.	N.I.
RESISTENCIA RETENIDA	N.I.	N.I.	N.I.
TENSION DIAMETRAL RETEN.	N.I.	N.A.	N.A.

PROPIEDADES DEL AGREGADO

ITEM	APILAMIENTOS DE AGREGADO GRUESO	APILAMIENTOS DE AGREGADO FINO
FUENTE	Guápiles	Guápiles
TIPO	No especifica	No especifica

PROPIEDAD	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
GRAVEDAD ESPECIFICA	N.I.	N.I.
ABSORCION	N.I.	N.I.
ABRASION	N.I.	
PERDIDA POR SANIDAD	N.I.	N.I.
ANGULARIDAD DE FINOS		N.I.
PARTICULAS ELONGADAS	N.I.	
INDICE DE DURABILIDAD	N.I.	N.I.
CARAS FRACTURADAS	N.I.	
CARBONATOS SOLUBLES	N.I.	
EQUIVALENTE DE ARENA		N.I.
INDICE DE PLASTICIDAD		N.I.

Nota: se reportaron ensayos de aceptación para los agregados de apilamiento de febrero de 1997.

PROPIEDADES DEL LIGANTE

ITEM	VALOR
TIPO	AC-20
VISCOSIDAD ABSOLUTA A 60°C	N.I.
PENETRACION A 25°C	N.I.
TEMPERATURA MEZCLADO	N.I.
TEMPERATURA COMPACTACION	N.I.

CURVAS DE DISEÑO

PROPIEDAD	5.00 % PTA	5.25 % PTA	5.48 % PTA	5.98 % PTA	6.24 % PTA
VACIOS	8.2 %	6.1 %	4.8 %	2.2 %	1.7 %
ESTABILIDAD	1364 kg	1400 kg	1420kg	1380 kg	1300 kg
FLUJO	31.2	33.0	35.1	37.1	40.6
GMT	2.505	2.489	2.481	2.453	2.458



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

L A N A M M E

San José, 20 de enero de 1999

LN-IC-D-60-99

**Ing. Carlos Villalta,
Ingeniero de Proyecto,
Licitación No. 25-98,
Programa de Mantenimiento Rutinario**

Estimado señor:

Por este medio me permito remitirle nuestros comentarios respecto al diseño de mezcla, fechado 23 de noviembre de 1998, para la planta MECO de La Uruca, suministrado por la empresa M & S, para ser utilizado en las labores de bacheo de la Región 1, Zona 1-1, para tránsito promedio diario menor a 10000 vehículos, remitido mediante oficio No. PMR-PM-01-99 del 5 de enero de 1999.

En el entendido de que este informe de diseño de mezcla corresponde a la producción de mezcla a utilizar regularmente en el proyecto en cuestión, según se nos informara verbalmente, me permito indicarle nuestras observaciones al respecto.

- No existe remisión formal del contratista, ni fecha de vigencia.
- La curva granulométrica presenta un incumplimiento para el tamiz de 12.7 mm, dado que el porcentaje de agregado pasando (89 %) está afuera del rango normado (90 a 100 %) en las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, de acuerdo con una reciente modificación, incorporada en el Tomo II del cartel licitatorio.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- Los porcentajes de agregado pasando las mallas No. 4 y No. 50 se encuentran justamente en el límite inferior especificado (50 % y 10 % respectivamente). A pesar de que dicha situación no representa un incumplimiento de especificaciones para la fórmula de trabajo, es determinante de una alta probabilidad de incumplimiento a lo largo de la producción normal de la planta. El hecho de que un parámetro de diseño corresponda exactamente a un límite de especificación determina que, de darse una producción dentro de las condiciones normales de variabilidad, alrededor del 50 % de la producción debería caer bajo tal límite (evidenciable en los ensayos de control de calidad sólo mediante una muestra estadísticamente representativa). Se recuerda que el valor de diseño representa el promedio esperado en un proceso productivo controlado.
- No se han reportado los resultados de los ensayos de durabilidad: resistencia a la compresión uniaxial y estabilidad retenida, de manera que no se ha verificado el cumplimiento de las especificaciones contractuales.
- Se ha reportado un porcentaje de resistencia retenida a la tensión diametral de 81.0 %. No se aclara la naturaleza del agregado utilizado en la mezcla asfáltica moldeada. La prueba de resistencia retenida a la tensión diametral es considerada una prueba de aceptación de las fuentes de agregado, con el propósito de evitar la utilización de agregados de naturaleza hidrofílica, de manera que lo debido es utilizar agregado muestreado en el apilamiento, proporcionado de acuerdo con la dosificación indicada en el informe de diseño de mezcla. Es decir, es importante que se realice con agregado sin pasar por el quemador.
- Dadas las características de absorción del agregado (superior a 2.0 % para las fracciones gruesa y fina), rige la aplicación de un proceso de cura para la mezcla asfáltica de 16 horas a 60°C, o alternativamente 2 horas a 145°C, según modificación de las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes. En el informe de diseño de mezcla se ha indicado un proceso de cura por 4 horas a 135°C, que no se considera que presente una discrepancia significativa, en cuanto a su resultado sobre la absorción y oxidación del ligante en la mezcla, respecto a los métodos especificados en la normativa vigente.
- No se ha aportado una copia del certificado de calidad correspondiente al ligante asfáltico utilizado en el diseño de mezcla.
- Las pruebas de caracterización del agregado utilizado, presentadas en el informe de diseño de mezcla, se refieren al agregado de apilamiento. Las especificaciones contractuales aplican para el agregado proporcionado de acuerdo con el informe de diseño de mezcla (agregado de diseño) y separado en fracciones gruesa y fina. Se omiten, en el informe presentado, los resultados de las pruebas de caracterización del agregado de diseño.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

Adicionalmente, me permito acusar recibido de la nota del 15 de enero de 1999, donde se propone una modificación a la fórmula de trabajo de la planta de MECO en La Uruca. Al respecto, caben los siguientes comentarios:

- El diseño de mezcla del 28 de noviembre de 1998 presenta una dosificación sustancialmente diferente a la de la nota del 15 de enero de 1999. El porcentaje de dosificación de los materiales de apilamiento ha sido variado incluso en un 18 % (caso de la piedra chorro del Quebrador Piedra Grande). Se recuerda que se están proporcionando agregados de apilamiento de dos diferentes fuentes: La Esmeralda y Piedra Grande.
- La granulometría de la fórmula de trabajo presentada en la nota del 15 de enero de 1999 presenta diferencias muy significativas respecto a la presentada en el informe de diseño de mezcla del 28 de noviembre de 1998, para todas las mallas.
- La nota del 15 de enero de 1999 no contiene la información básica de un informe de diseño de mezcla.

En vista de que el informe de diseño de mezcla del 28 de noviembre de 1998 abre importantes interrogantes y presenta omisiones de información relevante, y que la nota del 15 de enero de 1999 varía sustancialmente la fórmula de trabajo de la planta procesadora de mezcla asfáltica, sin suministrar el soporte experimental que compruebe el cumplimiento general de las especificaciones contractuales para la fórmula de trabajo, nos permitimos recomendarle la solicitud de la presentación, en el más corto plazo posible, de un informe de diseño de mezcla actualizado y con el detalle de la información relevante según los términos contractuales.

Así, deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones, respecto al formato de presentación del informe de diseño de mezcla correspondiente.

- Valorar las proporciones de combinación del agregado de apilamiento, con el propósito de determinar una curva granulométrica que cumpla con las especificaciones vigentes en la totalidad de las mallas evaluadas. Se recomienda, además, que los valores de diseño tiendan a centrarse en los rangos especificados, de manera que el contratista goce del rango de tolerancia completo para cada tamiz particular; de esta manera se garantiza un mayor porcentaje de cumplimiento en las pruebas periódicas de control y verificación de la calidad.
- Presentar la información referente a los ensayos de durabilidad de la mezcla con el contenido de asfalto óptimo: resistencia a la compresión uniaxial retenida, estabilidad retenida y resistencia a la tensión diametral retenida, en cuyo caso es fundamental utilizar agregado muestreado en los apilamientos, proporcionado según dosificación del informe de diseño de mezcla.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- Presentar los ensayos de evaluación de la calidad del agregado de diseño, de acuerdo con las proporciones de diseño para los diversos agregados de apilamiento.
- Aportar el certificado de calidad correspondiente al ligante utilizado en el diseño de mezcla.

Se adjunta el resumen del informe de diseño de mezcla para la planta MECO de La Uruca, correspondiente al 28 de noviembre de 1998.

Sin otro particular, me despido, quedando a sus órdenes para cualquier consulta o aclaración que sea pertinente.

Atentamente,

**MSCE. MBA. Pedro Castro Fernández, Coordinador,
Verificación de la Calidad, Programa de Mantenimiento Rutinario,
LANAMME, Universidad de Costa Rica.**

CC:

Ings. Alejandro Molina, Edgar Corrales, Fernando Rodríguez,
Ings. Alfonso García, Roque Rímolo, Miguel Valverde, Wálter Acuña,
Ings. Erick Aguilar, Jorge Salazar, Margarita Soto, Adalid Villanea,
Ings. Mario Arce, Edgar Herrera

RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA

PLANTA	MECO LA URUCA
FECHA DEL INFORME	23/11/98
FECHA DE VIGENCIA	Inicio de proyectos

FORMULA DE TRABAJO

GRANULOMETRIA			
TAMIZ	% PASANDO	TOLERANCIAS	
19 mm	100	100	100
12.7 mm	89	90	95
9.5 mm	74	70	79
No. 4	50	50	54
No. 8	32	30	36
No. 16	21	N.A.	N.A.
No. 30	15	12	19
No. 50	10	10	14
No. 100	7	5	10
No. 200	5.1	3.1	7.1

Nota: granulometría B y rangos de tolerancia de acuerdo con la modificación del CR-77 (tomo II del cartel de especificaciones de los proyectos del PMR).

PORCENTAJE DE ASFALTO (%)			
ITEM	CONTENIDO	TOLERANCIAS	
POR PESO DE AGREGADO	6.95	6.45	7.45
POR PESO TOTAL DE MEZCLA	6.50	6.00	7.00

PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA

PROPIEDAD	RESULTADO	TOLERANCIA	
DENSIDAD	2334 kg/m ³	N.A.	N.A.
ESTABILIDAD	1120 kg	920	1320
FLUJO	35.8	28.6	40
ESTABILIDAD / FLUJO	311	249	373

V.A.M.	16.5 %	N.A.	N.A.
V.F.A.	75.0 %	N.A.	N.A.
% VACIOS EN MEZCLA	4.1 %	N.A.	N.A.
POLVO / ASFALTO	0.93	0.74	1.12
ESTABILIDAD RETENIDA	N.I.	N.I.	N.I.
RESISTENCIA RETENIDA	N.I.	N.I.	N.I.
TENSION DIAMETRAL RETEN.	81 %	N.A.	N.A.

PROPIEDADES DEL AGREGADO

ITEM	APILAMIENTOS DE GRUESOS	APILAMIENTOS DE FINOS
FUENTE	La Esmeralda	Piedra Grande
TIPO	Cuartilla / quinta	Chorro

PROPIEDAD	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.597	2.629
ABSORCION	2.90	2.37
ABRASION	N.I.	
PERDIDA POR SANIDAD	N.I.	N.I.
ANGULARIDAD DE FINOS		N.I.
PARTICULAS ELONGADAS	N.I.	
INDICE DE DURABILIDAD	N.I.	N.I.
CARAS FRACTURADAS	N.I.	
CARBONATOS SOLUBLES	N.I.	
EQUIVALENTE DE ARENA		N.I.
INDICE DE PLASTICIDAD		N.I.

Nota: se presentan los resultados de los ensayos de aceptación para el agregado de apilamiento.

PROPIEDADES DEL LIGANTE

ITEM	VALOR
TIPO	AC-20
VISCOSIDAD ABSOLUTA A 60°C	N.I.
PENETRACION A 25°C	N.I.
TEMPERATURA MEZCLADO	151 a 155°C
TEMPERATURA COMPACTACION	142 a 146°C

Nota: mezcla curada a 135°C durante 4 horas, previo a la compactación.

CURVAS DE DISEÑO

PROPIEDAD	5.50 % PTM	6.00 % PTM	6.50 % PTM	7.00 % PTM
VACIOS	6.9 %	5.6 %	4.1 %	2.9 %
ESTABILIDAD	924 kg	1057 kg	1120 kg	1056 kg
FLUJO	27.4	31.8	35.8	38.9
GMT	2.469	2.451	2.433	2.346



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

San José, 20 de enero de 1999

LM-IC-D-62-99

**Ing. Carlos Villalta,
Ingeniero de Proyecto,
Licitación No. 25-98,
Programa de Mantenimiento Rutinario**

Estimado señor:

Por este medio me permito remitirle nuestros comentarios respecto al diseño de mezcla, fechado 3 de noviembre de 1998, para la planta de la empresa Santa Fe S.A., suministrado por la empresa M & S, para ser utilizado en las labores de bacheo de la Región 1, Zona 1-1, para tránsito promedio diario menor a 10000 vehículos, remitido mediante oficio No. PMR-PM-01-99 del 5 de enero de 1999.

Se presenta el análisis del informe de diseño de mezcla en mención, en el entendido de que ha sido suministrado para su consideración como diseño de mezcla alternativo para el bacheo de la Zona 1-1, para tránsito promedio diario menor a 10000 vehículos.

De esta manera, se pueden mencionar los siguientes aspectos referentes a la información presentada en el informe de diseño de mezcla.

- El informe de diseño de mezcla presenta la remisión general del contratista para los proyectos del Programa de Mantenimiento Rutinario (PMR), así como el profesional responsable de la emisión del informe de laboratorio.
- La granulometría de diseño está de acuerdo con los rangos especificados en las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, de acuerdo con su reciente modificación. Debe observarse, sin embargo, que las mallas de 12.7 mm, No. 8 y No. 50 se acercan considerablemente a los límites de especificación, para los correspondientes porcentajes pasando las respectivas mallas. Esta situación, si bien no representa un incumplimiento de las especificaciones generales, evidencia una alta posibilidad de que se presenten incumplimientos de los respectivos rangos de tolerancia a lo largo de la producción de mezcla asfáltica.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- De acuerdo con las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, según su reciente modificación, es necesario realizar las pruebas de partículas elongadas y porcentaje de vacíos en el agregado fino no compactado, para el agregado de diseño. Tales ensayos no han sido reportados.
- Dadas las características de absorción del agregado de diseño (cercano a 2.0 % para las fracciones gruesa y fina), rige la aplicación de un proceso de cura durante 2 horas a 145°C, como efectivamente fue realizado por el laboratorio responsable.
- El ensayo de resistencia a la compresión uniaxial retenida corresponde a mezcla asfáltica mezclada en el laboratorio, utilizando agregado muestreado en los apilamientos de la planta y con un contenido de vacíos aceptable para el ensayo (entre 6.0 y 8.0 %), lo cual es satisfactorio. El resultado de la prueba (71.7 %), sin embargo, evidencia un incumplimiento importante de las especificaciones contractuales (resistencia a la compresión uniaxial retenida de un mínimo de 75.0 %). El informe de diseño de mezcla indica que el agregado es lavado previo a su utilización en la planta asfáltica, a pesar de lo cual se dio este incumplimiento.
- El ensayo de resistencia a la tensión diametral retenida determina un resultado satisfactorio (78.0 %), con un contenido de vacíos aceptable (entre 6.0 y 8.0 %), aunque es recomendable indagar sobre la naturaleza del agregado utilizado para preparar la mezcla asfáltica. La prueba de resistencia a la tensión diametral retenida es una prueba de evaluación de la durabilidad de la mezcla asfáltica, donde se evalúa la naturaleza hidrofílica del agregado, siendo recomendable utilizar el agregado de apilamiento, es decir sin pasar por el quemador de la planta.
- No se presenta el resultado de la prueba de estabilidad retenida.

Con base en el análisis del informe de diseño de mezcla, se pueden establecer las siguientes conclusiones fundamentales.

- La granulometría de diseño es aceptable, de acuerdo con las especificaciones contractuales. En caso de que se utilice dicha granulometría en la fórmula de trabajo para la producción de mezcla a emplear en el PMR, se recomienda un cuidadoso seguimiento durante las actividades de control y verificación de calidad, de los porcentajes de agregado pasando los tamices de 12.7 mm, No. 50 y No. 200, dado que se aproximan a los límites de especificación, sin poder aprovechar la totalidad del rango de tolerancia.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- **El incumplimiento de la especificación contractual para la prueba de resistencia a la compresión uniaxial retenida evidencia un incumplimiento significativo en las condiciones de durabilidad mínima de la mezcla asfáltica. De esta manera, se confirma que el agregado de diseño no es satisfactorio para su utilización en mezcla asfáltica, de acuerdo con los requisitos contractuales, a pesar de que es lavado previo a su incorporación a las tolvas de la planta asfáltica.**

Así, se recomienda tomar uno de los dos posibles cursos de acción mencionados a continuación:

- 1. Solicitar al contratista la presentación de un nuevo informe de diseño de mezcla, donde se incorpore el uso de un aditivo contra el desnudamiento y se realice una nueva determinación del contenido óptimo de asfalto, se evalúen las propiedades de la mezcla asfáltica con el contenido óptimo de asfalto y se realice una evaluación detallada de la durabilidad de la mezcla asfáltica dadas las condiciones del agregado previo a su incorporación al tambor quemador de la planta y tratado con el aditivo seleccionado (agregado de apilamiento tratado en el laboratorio): resistencia a la compresión uniaxial retenida, estabilidad retenida y resistencia a la tensión diametral retenida. Adicionalmente, se recomienda solicitar el resultado de los ensayos de partículas elongadas y contenido de vacíos en el agregado fino no compactado, para el agregado combinado de acuerdo con las proporciones de diseño.**
- 2. Solicitar el cambio de la fuente de agregado total o parcialmente (tajo Zarcero) y presentar un nuevo informe de diseño de mezcla, de acuerdo con los términos contractuales.**

Se adjunta el resumen del informe de diseño de mezcla para la planta Santa Fe, correspondiente al 3 de noviembre de 1998.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

Sin otro particular, me despido, quedando a sus órdenes para cualquier aclaración o consulta adicional que se presente.

Atentamente,

**MSCE. MBA. Pedro Castro Fernández, Coordinador,
Verificación de la Calidad,
Programa de Mantenimiento Rutinario,
LANAMME, Universidad de Costa Rica**

CC:

**Ings. Alejandro Molina, Edgar Corrales, Fernando Rodríguez,
Ings. Alfonso García, Roque Rímolo, Miguel Valverde, Wálter Acuña,
Ings. Mario Arce, Edgar Herrera**

RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA

PLANTA	MECO / SANTA FE
FECHA DEL INFORME	03/11/98
FECHA DE VIGENCIA	Sin vigencia recomendada

FORMULA DE TRABAJO

GRANULOMETRIA			
TAMIZ	% PASANDO	TOLERANCIAS	
19 mm	100	100	100
12.7 mm	91	90	96
9.5 mm	88	83	90
No. 4	62	58	66
No. 8	38	34	40
No. 16	N.I.	N.A.	N.A.
No. 30	17	13	21
No. 50	11	10	15
No. 100	7	5	10
No. 200	4	3	6

Notas:

- Granulometría B y rangos de tolerancia de acuerdo con la modificación del CR-77 (tomo II del cartel de especificaciones de los proyectos del PMR).
- Agregado lavado, sin aditivos.

PORCENTAJE DE ASFALTO (%)			
ITEM	CONTENIDO	TOLERANCIAS	
POR PESO DE AGREGADO	6.60	6.10	7.10
POR PESO TOTAL DE MEZCLA	6.20	5.70	6.70

PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA

PROPIEDAD	RESULTADO	TOLERANCIA	
DENSIDAD	2137 kg/m ³	N.A.	N.A.
ESTABILIDAD	980 kg	780	1180
FLUJO	33.0	26.4	39.6
ESTABILIDAD / FLUJO	297	237	356
V.A.M.	19.6 %	N.A.	N.A.
V.F.A.	73.0 %	N.A.	N.A.
% VACIOS EN MEZCLA	4.5 %	N.A.	N.A.
POLVO / ASFALTO	0.64	0.74	1.12
ESTABILIDAD RETENIDA	N.I.	N.I.	N.I.
RESISTENCIA RETENIDA	71.7	75	89.3
TENSION DIAMETRAL RETEN.	78.0	N.A.	N.A.

PROPIEDADES DEL AGREGADO

ITEM	APILAMIENTOS DE AGREGADO GRUESO	APILAMIENTOS DE AGREGADO FINO
FUENTE	Tajo Zarcero	Tajo Zarcero
TIPO	Grueso, intermedio	Intermedio, fino

PROPIEDAD	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.48	2.50
ABSORCION	1.98	2.10
ABRASION	23.0	
PERDIDA POR SANIDAD	6.2	5.2
ANGULARIDAD DE FINOS		N.I.
PARTICULAS ELONGADAS	N.I.	
INDICE DE DURABILIDAD	94.0	85.0
CARAS FRACTURADAS	100 %	
CARBONATOS SOLUBLES	N.I.	
EQUIVALENTE DE ARENA		61.0 %
INDICE DE PLASTICIDAD		N.P.

PROPIEDADES DEL LIGANTE

ITEM	VALOR
TIPO	AC-20
VISCOSIDAD ABSOLUTA A 60°C	2358 Poise
PENETRACION A 25°C	75
TEMPERATURA MEZCLADO	151 a 155°C
TEMPERATURA COMPACTACION	142 a 146°C

Nota: mezcla curada a 145°C durante 2 horas, previo a la compactación.

CURVAS DE DISEÑO

PROPIEDAD	5.50 % PTA	6.00 % PTA	6.50 % PTA	7.00 % PTA	7.50 % PTA
VACIOS	7.7 %	5.8 %	5.0 %	4.4 %	3.3 %
ESTABILIDAD	999 kg	1016 kg	969 kg	961 kg	914 kg
FLUJO	27.7	30.7	32.7	35.0	37.3
GMT	2.292	2.259	2.249	2.240	2.209



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

San José, 24 de enero de 1999

LM-IC-D-63-99

**Ing. Manuel Víquez Jiménez,
Ingeniero de Proyecto,
Licitación No. 24-98,
Programa de Mantenimiento Rutinario**

Estimado señor:

Por este medio me permito remitirle nuestros comentarios respecto al diseño de mezcla, fechado 5 de noviembre de 1998, para la planta Belén de la empresa Pedregal, suministrado por la empresa Constructora Belén Ltda., para ser utilizado en las labores de bacheo de la Región 1, Zona 1-1, para tránsito promedio diario superior a 10000 vehículos, remitido mediante oficio No.99113 del 19 de enero de 1999.

- El informe de diseño de mezcla presenta la remisión general del contratista para los proyectos del Programa de Mantenimiento Rutinario (PMR), mediante nota de remisión del Ing. Gerardo Prada, fechada 4 de enero de 1999.
- La granulometría de diseño está de acuerdo con los rangos especificados en las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, de acuerdo con su reciente modificación, la cual rige para el PMR.
- Se han adjuntado los resultados de las pruebas de calidad del agregado muestreado en los diferentes apilamientos de la planta (piedra quinta y polvo de piedra del Quebrador Belén). Las especificaciones del PMR se refieren al agregado de diseño, correspondiente a la dosificación de los agregados de apilamiento de acuerdo con las proporciones establecidas en el informe de diseño de mezcla. En este caso, sin embargo, todo el agregado proviene de la misma fuente (Quebrador Belén), de manera que se puede asumir correspondencia entre las propiedades del agregado de diseño y las propiedades del agregado de apilamiento.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- El porcentaje de vacíos en el agregado fino no compactado para el polvo de piedra está en el límite de especificación para el agregado de diseño, para un pavimento de alto volumen de tránsito (45.0 %). En este caso no se ha reportado el resultado de dicho ensayo para el agregado de diseño, aunque debe considerarse que el polvo de piedra presenta un 53 % pasando la malla No. 8, mientras que la piedra quinta presenta un 2 % pasando la malla No. 8. La prueba de vacíos en el agregado fino no compactado utiliza la porción de agregado que pasa el tamiz No. 8. Es conveniente, de esta manera, que se incluya tal ensayo en las pruebas de evaluación rutinaria de la calidad del agregado, con el propósito de evaluar el adecuado cumplimiento del porcentaje de vacíos no compactados en el agregado fino utilizado en la producción histórica de mezcla asfáltica.
- Dadas las características de absorción del agregado (cercano a 2.0 % para las fracciones gruesa y fina), rige la aplicación de un proceso de cura. Las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes establecen la necesidad de aplicar, en tales circunstancias, un proceso de cura en la mezcla de 16 horas a 60 °C o de 2 horas a 145 °C. El laboratorio responsable aplicó un proceso de cura de 4 horas a 135 °C, que no se considera que difiera significativamente de los métodos especificados.
- El porcentaje de vacíos lleno con asfalto (VFA) para el contenido óptimo de asfalto (78 %) está afuera del rango especificado para pavimentos con alto volumen de tránsito (65 a 75 %), de acuerdo con las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, recientemente modificadas.
- La mezcla asfáltica presenta un porcentaje de resistencia retenida a la tensión diametral de 79 %. La muestra analizada fue tomada en planta y presenta un contenido de asfalto reportado de 7.0 % (óptimo de diseño).
- La mezcla asfáltica presenta un porcentaje de resistencia retenida a la compresión uniaxial de 83 %. La muestra analizada fue tomada en planta y presenta un contenido de asfalto reportado de 7.0 % (óptimo de diseño).
- La mezcla asfáltica presenta un porcentaje de estabilidad retenida de 90 %. La muestra analizada fue tomada en planta y presenta un contenido de asfalto reportado de 7.0 % (óptimo de diseño).
- Las pruebas de durabilidad de la mezcla asfáltica (resistencia retenida a la tensión diametral, resistencia retenida a la compresión uniaxial y estabilidad retenida) fueron realizadas con agregado pasado por el quemador (mezcla producida en planta). Tales pruebas son consideradas ensayos de aceptación del agregado de diseño, evaluando su susceptibilidad a la humedad, y se considera conveniente realizarlas con agregado muestreado en el apilamiento y proporcionado de acuerdo con la dosificación de diseño.
- No se ha adjuntado el certificado de calidad para el ligante asfáltico utilizado.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- No se han adjuntado los gráficos de diseño, ni las tablas resumen de la información utilizada para obtener el contenido óptimo de asfalto sugerido.

Con base en el análisis del informe de diseño de mezcla, se pueden establecer las siguientes conclusiones fundamentales, que nos permitimos remitir a manera de recomendación para la Ingeniería de Proyecto.

- Se recomienda solicitar la presentación de las tablas resumen y gráficos de diseño de mezcla, así como el certificado de calidad correspondiente al ligante asfáltico utilizado en el diseño de mezcla.
- Es conveniente solicitar la evaluación de una modificación en el contenido de asfalto de la fórmula de trabajo, para lograr el cumplimiento en el porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA). La mezcla con el contenido óptimo de asfalto presenta un incumplimiento a las especificaciones contractuales (65 a 75 %), respecto al contenido de vacíos llenos con asfalto (78 %), de manera que no es posible la aceptación formal de la fórmula de trabajo presentada, hasta garantizar un cumplimiento total de las especificaciones.
- Es necesario solicitar la presentación de nuevos ensayos de durabilidad, de acuerdo con las normas de ensayo estándar, utilizando mezcla asfáltica producida con los agregados muestreados en los apilamientos de la planta, dosificados de acuerdo con las proporciones de diseño.

Respecto al plan de control de calidad, presentado por el laboratorio del contratista, en oficio No. 04-98, de la empresa CACISA, se pueden realizar los siguientes comentarios.

- Es necesario evaluar la idoneidad del programa de control de calidad sugerido por el contratista de acuerdo con el programa de trabajo presentado, de manera que se verifique el cumplimiento del plan mínimo de autocontrol presentado en el cartel de la licitación, el cual establece un tamaño de muestra por semana de producción.
- Es recomendable, particularmente, evaluar el cumplimiento del tamaño de muestra solicitado para contenidos de asfalto, que se ha fijado en dos muestras por semana de producción. Adicionalmente, no hay evidencia de la presentación de los resultados de los ensayos de granulometría de la extracción de asfalto (uno por semana de producción).



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- **No queda claro el procedimiento de control de la compactación en sitio. Aparentemente las cantidades indicadas se refieren a ensayos con densímetro nuclear, en cuyo caso es fundamental presentar la validación mediante la extracción de núcleos. El cartel licitatorio requiere la extracción de un núcleo de carpeta asfáltica por cada 25 determinaciones de densidad por el método nuclear.**
- **De acuerdo con la evaluación del informe de diseño de mezcla, se recomienda solicitar la inclusión de la prueba de vacíos no compactados en el agregado fino, debido a que el agregado de diseño presenta evidencia de estar justo en el límite mínimo de la especificación (45 %).**

Se adjunta el resumen del informe de diseño de mezcla para la planta Belén de Pedregal, correspondiente al 5 de noviembre de 1998.

Sin otro particular, me despido, quedando a sus órdenes para cualquier aclaración o consulta adicional que se presente.

Atentamente,

**MSCE. MBA. Pedro Castro Fernández, Coordinador,
Verificación de la Calidad, Programa de Mantenimiento Rutinario,
LANAMME, Universidad de Costa Rica.**

CC:

**Ings. Alejandro Molina, Edgar Corrales, Fernando Rodríguez,
Ings. Alfonso García, Roque Rímolo, Miguel Valverde, Wálter Acuña, Erick Aguilar,
Ings. Mario Arce, Edgar Herrera**

RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA

PLANTA	PEDREGAL BELEN
FECHA DEL INFORME	5/11/98
FECHA DE VIGENCIA	Inicio de proyectos

FORMULA DE TRABAJO

GRANULOMETRIA			
TAMIZ	% PASANDO	TOLERANCIAS	
19 mm	100	100	100
12.7 mm	97	92	100
9.5 mm	78	73	83
No. 4	55	51	59
No. 8	37	33	40
No. 16	24	N.A.	N.A.
No. 30	18	14	22
No. 50	13	10	17
No. 100	11	7	13
No. 200	6.8	4.8	8.0

Nota: granulometría B y rangos de tolerancia de acuerdo con la modificación del CR-77 (tomo II del cartel de especificaciones de los proyectos del PMR).

PORCENTAJE DE ASFALTO (%)			
ITEM	CONTENIDO	TOLERANCIAS	
POR PESO DE AGREGADO	7.53	7.03	8.03
POR PESO TOTAL DE MEZCLA	7.00	6.50	7.50

PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA

PROPIEDAD	RESULTADO	TOLERANCIA	
DENSIDAD	2240 kg/m ³	N.A.	N.A.
ESTABILIDAD	1720 kg	1520	1920
FLUJO	33.5	26.8	40
ESTABILIDAD / FLUJO	513	410	615
V.A.M.	17.2 %	N.A.	N.A.
V.F.A.	78.0 %	N.A.	N.A.
% VACIOS EN MEZCLA	4.2 %	N.A.	N.A.
POLVO / ASFALTO	1.19	0.95	1.30
ESTABILIDAD RETENIDA	90 % (1)	75	100
RESISTENCIA RETENIDA	83 % (1)	75	100
TENSION DIAMETRAL RETEN.	79 % (1)	N.A.	N.A.

Nota:

(1) Mezcla muestreada en planta, con 7.0 % de asfalto.

PROPIEDADES DEL AGREGADO

ITEM	APILAMIENTOS DE GRUESOS	APILAMIENTOS DE FINOS
FUENTE	Pedregal Belén	Pedregal Belén
TIPO	Piedra quinta (68 %)	Polvo de piedra (32 %)

PROPIEDAD (4)	AGREGADO GRUESO (2)	AGREGADO FINO (3)
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.434	2.578
ABSORCION	3.27	1.74
ABRASION	22.1 %	
PERDIDA POR SANIDAD	2.5 %	5.4 %
ANGULARIDAD DE FINOS		45 %
PARTICULAS ELONGADAS	2 %	
INDICE DE DURABILIDAD	72	58
CARAS FRACTURADAS	100 %	
CARBONATOS SOLUBLES	99.5 %	
EQUIVALENTE DE ARENA		70 %
INDICE DE PLASTICIDAD		N.P.

Nota:

(2) Resultados de pruebas en la piedra quinta del apilamiento.

(3) Resultados de pruebas en el polvo de piedra del apilamiento.

(4) Se recuerda que todo el agregado proviene de la misma fuente, de manera que es de esperar correspondencia entre las pruebas al agregado de apilamiento y las pruebas en el agregado de diseño.

PROPIEDADES DEL LIGANTE

ITEM	VALOR
TIPO	AC-20
VISCOSIDAD ABSOLUTA A 60°C	N.I.
PENETRACION A 25°C	N.I.
TEMPERATURA MEZCLADO	151 a 155°C
TEMPERATURA COMPACTACION	142 a 146°C

Nota: mezcla curada a 135°C durante 4 horas, previo a la compactación.

CURVAS DE DISEÑO

PROPIEDAD	5.50 % PTM	6.00 % PTM	6.50 % PTM	7.00 % PTM
VACIOS	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.
ESTABILIDAD	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.
FLUJO	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.
GMT	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.

Nota: no se presentaron las curvas de diseño.

CAPITULO 11

**DESGLOSE PRESUPUESTARIO
DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

11. DESGLOSE PRESUPUESTARIO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

11.1 DESCRIPCIÓN DE LA LABOR REALIZADA

Seguidamente se enumeran las principales actividades realizadas en el período:

- a) Actividades de apoyo directo al Ministerio por parte del Equipo Consultor con apoyo de los Inspectores
 - Adjudicación de contratos y reuniones de pre-construcción.
 - Cierre de proyectos del programa anterior.
 - Ampliación de obras por contratación directa. Incluye levantamiento de cantidades, preparación de documentos de contrato y supervisión de obras
 - Contratación directa en Guanacaste.
 - Reuniones de pre-construcción, inicio y supervisión de los nuevos contratos del PMR, en todo el país.
 - Levantamiento del estado de la red y propuesta técnica para los proyectos de "emergencia", que pretenden detener el proceso de deterioro de las carreteras en las zonas más críticas, como San Carlos.
 - Preparación de documentos licitatorios para el programa de "emergencia".
 - Coordinación general operativa y del personal, para todo el programa de mantenimiento rutinario.
 - Trámites legales y administrativos para la puesta en marcha del PMR.
 - Tramitación de estimaciones de pago.
 - Revisión, en conjunto con el LANAMME, de las especificaciones técnicas vigentes en los contratos del PMR y su proceso de implementación.
- b) Actividades de capacitación a Ingenieros, Inspectores de Campo e Inspectores de Planta.
- c) Continuación de la labor de formulación del nuevo modelo de control de obras, en la fase de implementación y documentación.
- d) Auditoría técnica de proyectos en ejecución.
- e) Inspección y supervisión de plantas asfálticas.

- f) Evaluación geotécnica y operativa de la explotación de fuentes de agregados.
- g) Inspección de los proyectos en ejecución.
- h) Ensayos de verificación de la calidad en campo. (ver Tabla 11.1)
- i) Ensayos de verificación de la calidad en laboratorio. (ver Tabla 11.1)
- j) Puesta en ejecución y seguimiento del proceso de auto-control de la calidad. Además en la tabla siguiente se presenta el resumen de ensayos de laboratorio realizados a la fecha.

11.2 RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS EN EL PERÍODO DEL 1° DE NOVIEMBRE DE 1998 AL 15 DE FEBRERO DE 1999

Tabla No 11.1 Resumen general de cantidades de ensayo

	EXTENSION PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA PMR	PRUEBAS DE UNIFORMIDAD DE PLANTAS	
PRUEBA	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	TOTAL
Estabilidad	20	9	36	65
Flujo	20	9	36	65
Densidad Marshall	20	9	0	29
Vacios Marshall	20	9	0	29
Resistencia retenida	4	0	9	13
Contenido de asfalto	15	0	27	42
Granulometría	14	0	13	27
Granulometría bache seco	23	6	0	29

Continuación Tabla No 11.1

Gravedad específica y absorción	38	6	13	57
Otras pruebas p/ Agregados	20	4	0	24
Análisis de diseños de mezcla	0	4	0	4
Extracción de núcleos	0	30	0	30
Densidad de núcleos	0	30	0	30
Compactación con densímetro	0	91	0	91
Máximas teóricas	0	0	59	59

11.3 DESGLOSE PRESUPUESTARIO

El resumen final del flujo presupuestario se presenta en la Tabla No.11.3. En la Tabla No.11.1 se indica el número de ensayos realizados en este período y en la Tabla No.11.2 se presenta el detalle del recurso humano de contratación directa, según lo establece el mismo convenio, en esta Tabla se especifica el cargo, el número de funcionarios y el monto de los honorarios profesionales correspondientes.

En síntesis se resume el flujo financiero de la siguiente forma:

- Desembolsos recibidos a la fecha: ¢214,245,000.00
(incluye la última factura por ¢66,722,884.00)
- Total gastos en este período: ¢66,153,750.00
- Total de gastos acumulados a la fecha: ¢146,768,750.00
- Presupuesto de gastos de esta fecha al 31 de marzo. ¢57,867,865.25

Se observa que al 31 de marzo queda un excedente de ¢9,608,393.75 . Esta monto se sumará al Addendum de este Convenio, y entrará a regir a partir de esa fecha, o sea el 1° de abril del año en curso.

Tabla No 11.2 Detalle de las contrataciones directas de recurso humano (montos en millones de colones)

FUNCION	HONORARIOS	LISTA No 1		LISTA No 2		LISTA No 3		LISTA No 4	
		marzo a julio		agosto - setiembre		octubre a diciembre		enero a marzo	
		1998		1998		1998		1999	
		CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL
Inspector de Obras	¢0.20	11	¢2.20	6	¢1.20	11	¢2.20		
Inspector de Obras	¢0.225							18	¢4.05
Inspector de Obras	¢0.275							15	¢4.13
Inspector de Planta	¢0.20	6	¢1.20	6	¢1.20	6	¢1.20	7	¢1.40
Asistente de Inspección de Plantas	¢0.275							1	¢0.275
Consultores	¢0.50	5	¢2.50	5	¢2.50	5	¢2.50		
Consultores	¢0.80							6	¢4.80
Consultores	¢0.70							3	¢2.10
Ings de Lanamme	¢0.25	5	¢1.25	5	¢1.25	5	¢1.25	5	¢1.25
Ings nuevos	¢0.40							7	¢2.80
Calculista	¢0.15							1	¢0.15
TOTALES			¢7.15		¢6.15		¢7.15		¢20.95

Tabla 11.3 Resumen del presupuesto y gastos ejecutados

	PERIODO		
	1° mar. al 30 nov. 1998	1° dic. 1998 al 15 feb. 1999	15 feb. al 31 mar 1999 (2)
Desembolsos	147,522,116.00	66,722,884.00	
Contrataciones directas	66,100,000.00	38,575,000.00	31,425,000.00
Pruebas de Lab.	4,000,000.00	5,400,000.00	13,294,250.00
Capacitación	-	11,200,000.00	-
Auditoría técnica y nuevo modelo de control de obras	-	2,350,000.00	1,175,000.00
Equipo de oficina	-	-	4,425,625.00
Sub-total	70,100,000.00	57,525,000.00	50,319,875.00
Porcentaje UCR (15%)	10,515,000.00	8,628,750.00	7,547,981,25
Total	80,615,000.00	66,153,750.00	57,867,856.00
Total Acumulado	80,615,000.00	146,768,750.00	204,636,606.00