

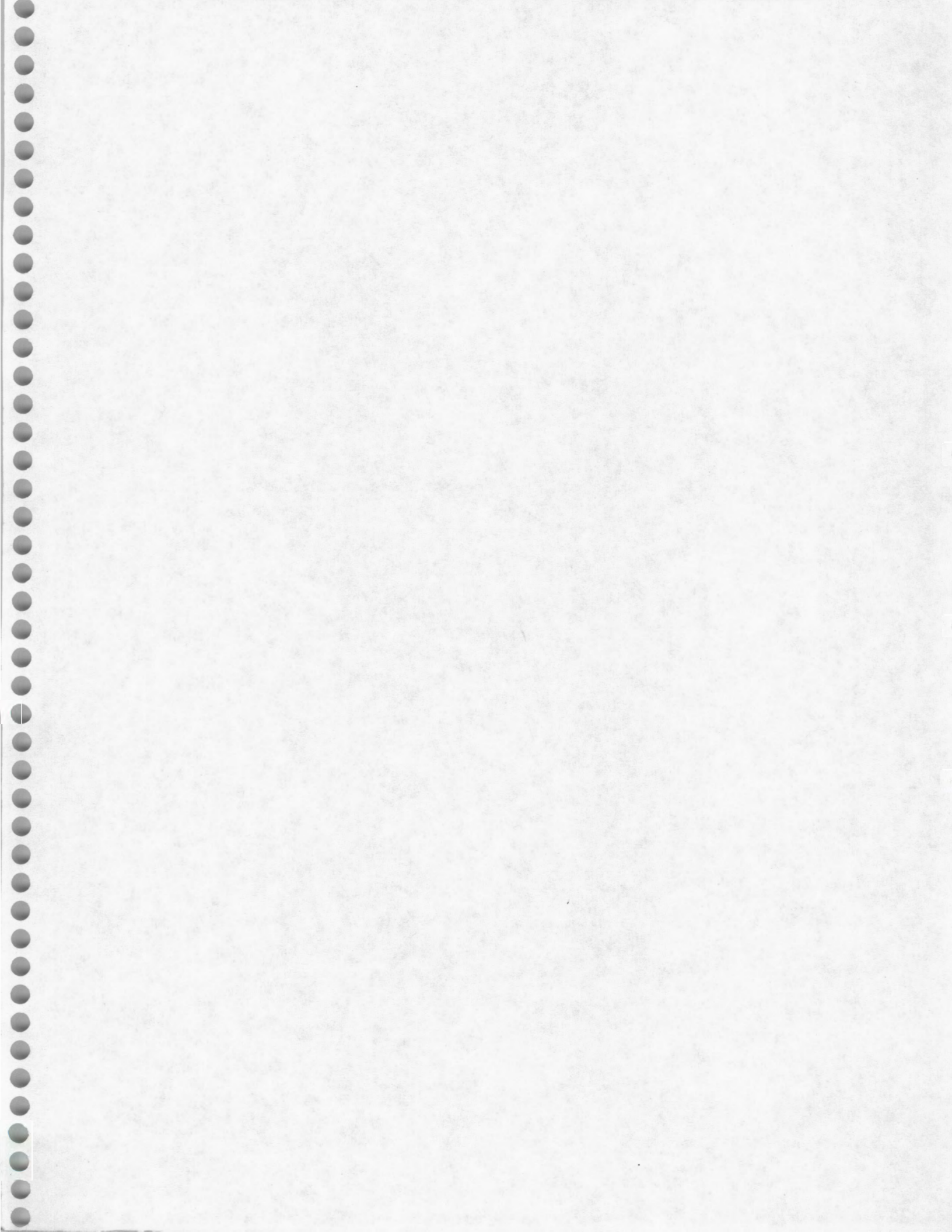


CONVENIO
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
RUTINARIO DE CARRETERAS**

**INFORME DE AUDITORIA
PLANTA SANTA FE - NARANJO
08 FEBRERO, 2000**





Informe de gira realizada a planta Santa Fe el 8 de febrero del 2000

Fecha: 8 de febrero de 2000

Hora de llegada: 8:45 a.m.

Planta Santa Fe, marca ADM de tipo continua de 80 ton / hora de capacidad.

Actualmente produce entre 300 y 400 toneladas diarias.

Laboratorio encargado: CACISA por medio del Ing. Alejandro Solano

Encargado por la empresa: Ing. Mario Ocampo (no estuvo presente)

Clima prevaleciente en la visita: soleado y caliente.

A. Análisis de forma de operación de la planta

1. Dosificación de agregados:

- **Procedencia:** El agregado proviene del quebrador EL CERRITO, en Zarco.
- **Apilamientos:** Consta de dos fracciones: Un material de "chorro" compuesto de quintilla y polvo de piedra (agregado fino), y la otra fracción es la denominada como cuartilla. El inspector indica que el agregado viene lavado del quebrador, aunque se observa muy lleno de finos adheridos.
- **Método de dosificación de la tolva:** Las dos fracciones descritas se colocan en una zona del patio de la planta y se revuelven con un cargador, que intenta dosificar volumétricamente y homogeneizar los agregados por mezclado. Este es el único mecanismo de homognización que existe en el proceso de producción de mezcla. Según indicó el inspector de la planta, la dosificación se hace mediante un método volumétrico, que está determinado por el volumen de la "palada" del cargador, por medio del cual se toman cantidades determinadas de los dos tipos de agregados antes de mezclarlos. La metodología de dosificación por volumen se empezó a aplicar desde el 27 de enero del 2000. Este procedimiento es poco preciso y contrario a lo que se requiere para producir una mezcla uniforme y controlada según los documentos contractuales y códigos de construcción.
- **Alimentación de tolva:** Existe una única tolva para proveer de agregado a la mezcla asfáltica. En la tolva se descargan los agregados mezclados previamente con el cargador. Esta tolva está dividida al centro en dos compartimentos independientes, pero actualmente se alimenta con el mismo material en ambos lados. El inspector dijo que anteriormente se alimentaba con dos materiales diferentes (gruesos y finos), y que éstos materiales se podían ver independientes en la banda de alimentación. La tolva no tiene salida automática de excesos de tamaño, tiene una rejilla de

entrada en su parte superior y un obrero debe mantenerse allí limpiando y vigilando que el material baje a la banda transportadora.

2. Análisis de la fórmula de trabajo

- El control de producción de mezcla no se realiza de la forma más idónea, debido a que los resultados de laboratorio son procesados y enviados a San José. Por tanto, no se realizan ajustes inmediatos a diario en la dosificación de la mezcla, conforme se obtienen los resultados que genera el laboratorio de campo. Los ajustes se hacen al día siguiente.
- **Fórmula de trabajo:**
 - 47% polvo de piedra
 - 37% piedra quinta
 - 16% piedra cuarta
 - %asf: 7.1% por peso de mezcla

De las fracciones anteriores, como se indicó, el polvo y la piedra quinta vienen ya revueltas del quebrador, y la mezcla final, con la piedra cuarta, se hace en el patio de la planta con el cargador.

- No hay un documento formal del contratista en donde se consigne el diseño de mezcla aprobado y la fórmula de trabajo. La tolerancia en que debe mantenerse la granulometría se indica en un papel pegado en la pared. Estas tolerancias se presentan más adelante en la Tabla No. 1. Aparte de ello, se agrega el 7.1% de asfalto.
- No fue posible revisar el certificado de calidad del asfalto emitido por RECOPE porque lo tiene el ingeniero de la empresa, pero no es accesible en ningún lugar de la planta. Esto pese a que la noche anterior se entregó asfalto a esta planta.
- No habían gráficos de seguimiento diario de temperaturas, ni de granulometrías, ni de contenido de asfalto. Esto es un indicador del escaso control de uniformidad de producción con la consecuente imposibilidad de detectar problemas inmediatamente (el mismo día).

B. Otros aspectos de la operación de la planta

- El asfalto nuevo que se compra se revuelve en el tanque con el sobrante del asfalto anterior.
- El sistema de disposición de polvo (finos) consta de dos lagunas de sedimentación para llevar el material que sale del proceso. Se observó que durante la visita, el humo cambió de blanco a grisáceo, por tanto conviene verificar si existe algún problema específico al respecto.
- El *porcentaje de humedad* reportado al operador en este día, para corrección de la humedad fue de **4.3%**. El Lanamme obtuvo muestra del material y determinó que el contenido de humedad era: **3.41%**.
- La temperatura de la llama del quemador, según un indicador era de 176 °C.
- La temperatura del tanque de asfalto reportada por los indicadores fue de 149 °C. No se tiene un sensor para conocer la temperatura del agregado.
- La temperatura de la mezcla era de 155 °C al salir del tambor mezclador. Esto lo indicaba un sensor especial de la planta, y el inspector lo verifica tomando unas paladas de material, directamente de la salida de mezcla del tambor mezclador, las coloca en un recipiente cuadrado y ahí, constantemente determina la temperatura de la mezcla. Las lecturas de la termocupla del inspector y la del sensor coincidían.
- La combustión del quemador se efectúa con gasóleo, antes se hacía con diesel. La temperatura reportada del gasóleo, por los indicadores, era de 55 °C. El inspector informó que el sábado 4 de febrero se cambió de diesel a gasóleo.
- Las góndolas de las vagonetas presentaban algo de diesel en el fondo.
- En general los apilamientos eran pequeños. De unos 4 m de alto por 10 m en el diámetro mayor. La forma de los apilamientos en general, es de camellón, pero no fueron construidos en capas. La revoltura de materiales se mantiene como un cono de unos 4 metros de altura que obviamente facilita la segregación de gruesos por rodamiento. El cargador trata de homogeneizar, pero este procedimiento no siempre es seguro y exacto.
- Se observó un certificado de calibración del sistema de pesaje emitido en noviembre de 1999 por romanas Ocony.

C. Análisis del muestreo en planta

- El muestreo en planta lo realiza el encargado del laboratorio del contratista y lo revisa el inspector de Lanamme.
- Se observó la toma de muestras que realizó el laboratorista, donde obtuvo la muestra de tres puntos de la vagoneta cargada, después de excavar unos 15 cm dentro del material.
- Existe una lista de números aleatorios determinada por el ingeniero del laboratorio de control de calidad, que indica el número de la vagoneta que se va a muestrear para cada día. En ninguno de los casos se muestrea la vagoneta 1 o la 2. Siempre se muestrea una vagoneta por día.
- Se hace un muestreo del contenido de humedad por día, pero los resultados son enviados hasta San José, y según indicó el inspector de la planta, el valor de humedad se usa el día siguiente en que fue tomada la muestra. Esto implica que la corrección por humedad que hace el computador de la planta utiliza un dato que corresponde a un día antes.
- No se encontraron disponibles los datos de humedad de los días anteriores.
- El laboratorista toma muestras de los materiales que llegan del quebrador y analiza su granulometría. Esta información se envía al ingeniero de CACISA y el encargado de la planta cada día, pero no se hacen ajustes en las dosificaciones. Toda la información sobre contenido de humedad también se envía a San José.
- Se observaron manteados grandes en el sitio para cubrir los agregados en caso de lluvia.
- Se encontraron los siguientes resultados de granulometría de muestras tomadas en sitio por el laboratorio de la planta:

Tabla No. 1 Datos de granulometría obtenidos en el sitio

Malla	Tolerancia	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
¾	100	100	100	100
½	90-96	93	92	92
3/8	81-90	88	86	88
4	57-65	56	54	57
8	33-40	31	33	37
16	20-26	20	21	24
30	12-20	14	15	17
50	10-14	10	12	13
200	3-7	5	7.8	7.7

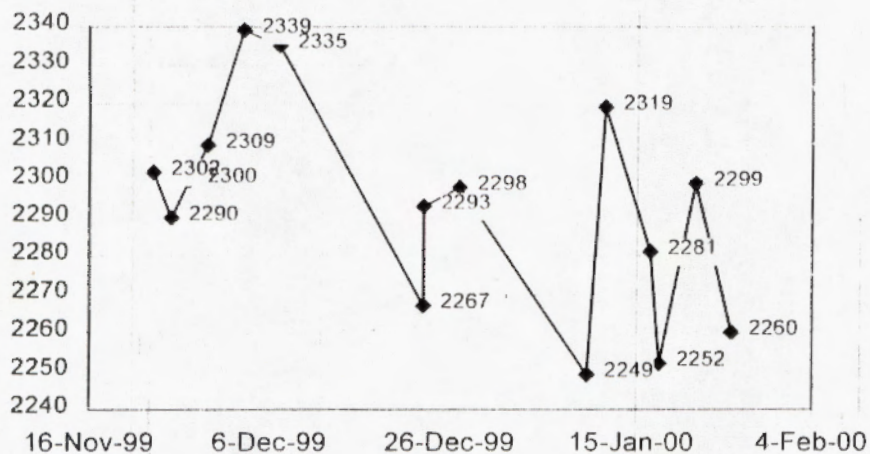
D. El Laboratorio de Planta

- Se mantienen los siguientes equipos en el sitio: mallas de granulometría, mazo y pedestal, nueve moldes, cuarteador, horno, dos romanas mecánicas, un reflujador de contenido de asfalto y se observaron las muestras y pastillas empacadas y protegidas.
- El laboratorio se encuentra instalado en un contenedor pequeño de piso de madera muy flexible. Además hay una bodega aledaña para moldeo y almacenamiento de muestras en estantes de madera.
- No se observa presencia de humedad o polvo en exceso ni en el laboratorio ni en la bodega.
- El mazo del moldeo de pastillas Marshall no es nuevo pero tiene condiciones adecuadas para moldeo. Además tiene una guía para que no se desvíe de la vertical durante el proceso. Se ubica en un pedestal de concreto. Hay nueve moldes pero no se tiene certificado de calibración de medidas.
- El horno de calentamiento es de la casa Soiltest (modelo viejo) sin control digital. Su control es con perillas de diez divisiones y tiene marcadas las temperaturas 100 grados y 125 grados celsius. No existe mapeo de temperaturas internas.
- Se observaron dos balanzas mecánicas, una con capacidad de 20 Kg y precisión de 0.5 g, y la otra de capacidad 2210 g y precisión de 0.05 g. Estas balanzas se ubican en una mesa que no es firme ni plana. Había un certificado de calibración de balanzas de Ocony pero no tenía número de serie de las balanzas revisadas. Debe solicitarse que toda certificación indique claramente el modelo y número del equipo que se analizó.
- Se utiliza un termómetro y una termocupla para el control de temperaturas, pero no se tiene un registro de calibración de las mismas.
- Se tiene un juego de mallas y charola completo y en buen estado.
- El reflujador parece funcionar correctamente pero se indicó que el solvente se usa muchas veces y por tanto pierde su capacidad de lavar el asfalto. El día de la visita no había filtros y la prueba se iba a retrasar. Según normas de laboratorio, se requiere de 750 g de mezcla para el ensayo de contenidos de asfalto y de 2 Kg para realizar granulometría representativa. No parece que este equipo de reflujador cumpla normas para brindar resultados de granulometría. Los resultados de contenido de asfalto de cada día se obtienen hasta el siguiente día.

E. Diseño de mezcla y cumplimiento de fórmula de trabajo

La variabilidad de la mezcla producida en los últimos 15 días queda evidenciada en el seguimiento que se realiza de la gravedad máxima teórica de esta planta. Ver figura No.1.

Figura No.1 Variación histórica de la densidad máxima teórica. Planta Santa Fé.



El informe de diseño de mezcla vigente para esta planta data del 6 de agosto de 1999 (fecha del informe de laboratorio). La mezcla de diseño se basa en la dosificación de 16 % de agregado grueso del Tajo El Cerrito, 37 % de agregado intermedio del Tajo El Cerrito y 47 % de agregado fino del Tajo El Cerrito, con un 7.00 % de asfalto (por peso de mezcla).

La evaluación de la información contenida en el reporte de diseño de mezcla fechado 16 de agosto de 1999 se incluyó en el oficio LM-IC-PMR-VC-56-99, del 24 de agosto de 1999. Las principales observaciones que se hicieron oportunamente son:

- Alta posibilidad de incumplimiento en el parámetro de vacíos en la mezcla.
- Alta posibilidad de incumplimiento en el parámetro de vacíos llenos con asfalto.
- Alta posibilidad de incumplimiento de la resistencia a la compresión uniaxial retenida.

Posteriormente se presentó una modificación a la granulometría de diseño, fechada 2 de setiembre de 1999. En tal oportunidad hubo una variación en el porcentaje de agregado pasando las mallas de 12.7 mm y No. 50.

Los resultados de laboratorio para la verificación de la calidad de la mezcla del último mes de operación se presentan en la Tabla No. 2.

Las principales conclusiones a partir de los ensayos de verificación de la calidad son:

- Alta variabilidad en la dosificación de asfalto. El contenido de asfalto hacia inicios de mes se situaba dentro de tolerancias, pero los ensayos reportados a partir del 12 de enero de 2000 han demostrado una marcada tendencia a la reducción (cayendo bajo el límite de tolerancia inferior).
- Alta variabilidad en el contenido de vacíos, con tendencia a superar el límite superior de especificación (5.0 %).
- Tendencia marcada a la ocurrencia de flujos por encima del límite de especificación (40 centésimas de centímetro).
- Variabilidad en la granulometría, con incumplimientos especialmente demostrados en los ensayos para los muestreos del 10 y 12 de enero de 2000.

Finalmente se agregan algunas fotografías en los anexos para ilustrar los equipos e instalaciones de esta planta. También allí se observa el proceso de mezclado con cargador que es el principal problema de operación de esta planta. Este procedimiento de homogenización de agregados, técnicamente no es aceptable.

ANEXO I

Se observa el proceso de mezclado o revoltura con cargador y el apilamiento cónico que se forma para cargar la tolva de la planta. También se observa la única tolva existente y el operario que debe vigilar que el material pase.

Tabla No. 2: Resultados de los ensayos de verificación de la calidad para la mezcla asfáltica de la planta de Santa Fé en Grecia

Parámetro / categoría	Unidad	Espec / tol.												
Numero de muestra según bitacora de planta			1531	1532	1533	1535	1536	1539	1542	1544	1545	1546	(*)	(*)
Fecha de muestreo			23/12/99	23/12/99	27/12/99	10/1/00	12/1/00	17/1/00	18/1/00	22/1/00	24/1/00	26/1/00	8/2/00	8/2/00
Estabilizac	kg	>800	1475	N.I	1659	1246	1517	1502	1121	1308	1191	1003	N.I.	N.I.
Flujo	1/100 cm	20-40	53	N.I	56	52	44	36	50	55	45	43	N.I.	N.I.
Densidad máxima teórica	-	-	2267	N.I	2296	2249	2319	2281	2252	2299	2266	2260	N.I.	N.I.
Densidad Marshall (sup. saturada seca)	-	-	2233	N.I	2182	2178	2163	2177	2140	2155	2192	2119	N.I.	N.I.
Vacios en la mezcla	%	3.0-5.0	1.5	N.I	5.1	3.2	6.7	4.6	5.0	6.3	3.3	6.2	N.I.	N.I.
Vacios en el agregado mineral (VAM)	%	mayor a 13	15.8	N.I	17.4	17.9	17.6	17.3	18.7	18.4	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.
Vacios llenos con asfalto (VFA)	%	65-7E	90.5	N.I	70.7	82.2	62.0	73.4	73.2	65.7	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.
Contenido de asfalto PTM	%	6.04-7.04	6.62	6.72	6.25	6.70	5.70	5.90	5.90	6.20	N.I.	N.I.	5.90	5.80
Contenido de asfalto PTA	%	6.50-7.50	7.09	7.20	6.67	7.20	6.10	6.30	6.40	6.70	N.I.	N.I.	6.20	6.20
Malla 19.0 mm	% pas.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	N.I.	N.I.	100	100
Malla 9.5 mm	% pas.	81-90	84	83	83	94	93	87	88	88	N.I.	N.I.	91	88
Malla Nc 4	% pas.	57-65	62	57	57	67	68	57	59	55	N.I.	N.I.	61	57
Malla Nc 8	% pas.	33-39	40	36	36	42	42	36	36	33	N.I.	N.I.	36	33
Malla Nc 50	% pas.	9-16	13	11	10	14	12	11	11	10	N.I.	N.I.	10	9
Malla Nc 200	% pas.	3.0-7.0	7.1	5.8	5.1	9.0	5.7	6.1	5.5	5.9	N.I.	N.I.	5.1	5.2
Gravedad específica del agregado			2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48
Numeración continua LANAMME			2251	2252	2253	2305	2306	2334	2329	2363	2388	2389	2404	2405

(*) Muestras tomadas durante la visita a la planta el pasado 08/02/00, con un lapso de 1 hora y 30 minutos.

ANEXO II

Se aprecia el equipo de reflujo para contenido de asfalto, el cuarteador, las balanzas y una vista general del laboratorio de la planta Santa Fe. El laboratorio se ubica en un mini camper de piso y paredes de madera flexible, sin control de temperatura ni de humedad.

