

MOP

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS
DIVISION DE MATERIALES

INSTRUCCIONES para el control de fabricación
y puesta en obra de
MEZCLAS BITUMINOSAS

mayo 1965

MOP

== DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS ==

INSTRUCCIONES para el control de fabricación
y puesta en obra de
MEZCLAS BITUMINOSAS

mayo 1965

INSTRUCCIONES PARA EL CONTROL DE FABRICACION Y PUESTA EN OBRA DE MEZCLAS BITUMINOSAS

	<u>Págs</u>
1. OBJETO	1
2. MEZCLA BITUMINOSA	2
2.1. Definiciones	2
2.2. Tipo y composición de la mezcla	2
2.3. Materiales	9
2.3.1. Aridos	9
2.3.2. Ligantes bituminosos	17
2.3.2.1. Condiciones Generales	17
2.3.2.2. Transporte y almacenamiento	18
2.3.2.2.1. En bidones	18
2.3.2.2.2. A granel	18
3. OPERACIONES QUE COMPRENDE EL CONTROL DE LA EJECUCION DE UNA MEZCLA BITUMINOSA	21
3.1. Estudio de la dosificación en laboratorio .	21
3.1.1. Aridos considerados	21
3.1.2. Tanteo inicial de dosificación de áridos	22
3.1.2.1. Procedimiento deductivo	22
3.1.2.2. Procedimiento gráfico (Rothfuchs) .	24
3.1.3. Ajuste de la dosificación de áridos ...	24
3.1.4. Ajuste de la proporción de ligantes ...	29
3.2. Control de los acopios	29
3.2.1. Recepción del ligante	32
3.3. Inspección de la maquinaria a emplear y su funcionamiento	34
3.3.1. Sistema de alimentación y dosificación de los áridos en frío	35
3.3.2. Secador de los áridos .	41
3.3.3. Colector de polvo	43
3.3.4. Sistema de clasificación de los áridos en caliente	44
3.3.5. Silos de almacenamiento de los áridos cribados calientes	46

	<u>Págs</u>
3.3.6. Sistema de alimentación de filler	47
3.3.7. Sistemas de almacenamiento, calefacción y ali- mentación del ligante	49
3.3.8. Sistema de dosificación de los áridos, del fi- ller y del ligante bituminoso	50
3.3.8.1. Instalaciones de fabricación de tipo dis- continuo	50
3.3.8.1.1. Dosificación de los áridos	50
3.3.8.1.2. Dosificación del ligante	53
3.3.8.2. Instalaciones de fabricación de tipo conti- nuo	55
3.3.9. Mezclador	57
3.3.9.1. Instalaciones de tipo discontinuo	57
3.3.9.2. Instalaciones de tipo continuo	60
3.3.10. Descarga del mezclador	61
3.3.11. Elementos de transporte	62
3.3.12. Puesta en obra de la mezcla	63
3.3.12.1. Extendedoras	63
3.3.12.2. Compactadores	68
4. PUESTA A PUNTO DE LA INSTALACION Y OBTENCION DE LA FOR- MULA DE TRABAJO	71
4.1. Comprobación de la granulometría de los áridos <u>aco-</u> piados	72
4.2. Calibrado de la alimentación en frío	79
4.3. Ajuste de la dosificación en frío	81
4.4. Comprobación de la granulometría de los áridos <u>com-</u> binados a la salida del secador, de la del polvo - recuperado y de la de los áridos clasificados en - caliente	86
4.5. Ajuste del ligante	90
4.5.1. Instalaciones de tipo discontinuo	90
4.5.2. Instalaciones de tipo continuo	91
4.6. Determinación de las características de la meacla fabricada en la instalación	93
4.7. Control de temperaturas	95
4.8. Control de tiempos de mezclado	98

	<u>Págs</u>
5. CONTROL DEL SUMINISTRO DE MATERIALES DURANTE LA FABRICACION	102
5.1. Control de los áridos y filler	102
5.2. Control del ligante	102
6. CONTROL DE LA FABRICACION	103
6.1. Control del suministro de materiales	103
6.2. Control del funcionamiento de la instalación de - fabricación	103
6.2.1. Básculas	103
6.2.2. Dosificador del ligante	104
6.2.3. Cribas	104
6.2.4. Termómetros	104
6.3. Control de temperaturas	104
6.4. Control de la mezcla bituminosa	105
6.4.1. Toma de muestras	105
6.4.2. Granulometría de la dosificación	106
6.4.3. Granulometría del polvo recuperado por el co- lector de los áridos cribados en caliente ...	107
6.4.4. Características de la mezcla bituminosa	107
I. Granulometría y proporción de ligante	108
II. Análisis de huecos	109
III. Ensayos de estabilidad	110
7. CONTROL DE LA EXTENSION Y COMPACTACION	113
7.1. Inspección del equipo	113
7.2. Comprobación de la superficie a pavimentar	113
7.3. Recepción de la mezcla	114
7.4. Extensión	116
7.5. Compactación de la mezcla	120
7.6. Juntas transversales y longitudinales	123
7.7. Limitaciones de la ejecución	126
8. PARTES DE CONTROL DE LA FABRICACION DE MEZCLAS BITUMI- NOSAS EN INSTALACION CENTRAL	127
8.1. Organización y misiones del Equipo de Control	127
8.2. Parte de Control de ligante y Aridos	128
8.3. Parte de Control de la Mezcla Bituminosa	130
8.4. Parte de Salida y Transporte de la Mezcla Bitumi- nosa	132

	<u>Págs</u>
8.5. Parte de Inspección de la Puesta en Obra de la Mezcla Bituminosa	132
8.6. Parte "Resumen Diario"	135
8.7. Parte Resumen de las Variaciones Diarias de las Características de la Mezcla Bituminosa	137
 <u>APENDICE Nº 1</u>	
PRESCRIPCIONES SOBRE LIGANTES BITUMINOSOS	139
 <u>APENDICE Nº 2</u>	
TABLAS DE CORRECCION DEL VOLUMEN EN FUNCION DE LA TEMPERATURA	145
 <u>APENDICE Nº 3</u>	
CORRESPONDENCIA ENTRE LAS NORMAS DGC EMPLEADAS EN LAS INSTRUCCIONES PARA EL CONTROL DE FABRICACION Y PUESTA EN OBRA DE MEZCLAS BITUMINOSAS Y LAS <u>NOR</u> MAS DEL LABORATORIO DEL TRANSPORTE	149

INSTRUCCIONES PARA EL CONTROL DE FABRICACION Y PUESTA
EN OBRA DE MEZCLAS BITUMINOSAS

1. OBJETO

Estas instrucciones tienen por objeto la descripción del procedimiento que se ha de seguir para efectuar el control de la fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas fabricadas en instalaciones especiales; así como una breve descripción de los tipos de mezclas, y de la maquinaria empleada en la realización de esta unidad de obra.

En el texto que sigue, se ha empleado el siguiente convenio:

- la parte que atañe al Pliego de Prescripciones Técnicas Generales se ha destacado con letra MAYUSCULA
- las Instrucciones propiamente dichas están escritas con letra normal, a doble espacio
- los ejemplos numéricos se han escrito con letra normal, a simple espacio.

2. MEZCLA BITUMINOSA

2.1. Definiciones

Constituye la mezcla bituminosa la íntima combinación de áridos y un ligante bituminoso, de manera que todas y cada una de las partículas del árido queden recubiertas por la película del ligante de una forma homogénea. En el conjunto, después de compactado, los áridos forman un esqueleto resistente; y la película de ligante que queda entre las partículas mantiene a éstas unidas, y da cohesión a la mezcla.

Según la forma de preparación, las mezclas se clasifican en: mezclas bituminosas en frío y mezclas bituminosas en caliente.

SE DEFINE COMO MEZCLA BITUMINOSA EN FRÍO LA COMBINACIÓN DE ARIDOS Y UN LIGANTE BITUMINOSO, PARA REALIZAR LA CUAL NO SE PRECISA CALENTAR PREVIAMENTE LOS ARIDOS. LA MEZCLA SE EXTENDERÁ Y COMPACTARÁ A LA TEMPERATURA AMBIENTE.

SE DEFINE COMO MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE LA COMBINACIÓN DE ARIDOS Y UN LIGANTE BITUMINOSO, PARA REALIZAR LA CUAL SE PRECISA CALENTAR PREVIAMENTE LOS ARIDOS. LA MEZCLA SE EXTENDERÁ Y COMPACTARÁ A TEMPERATURA SUPERIOR A LA DEL AMBIENTE.

2.2. Tipo y composición de la mezcla

EL TIPO, TAMAÑO MÁXIMO DEL ARIDO, Y CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA BITUMINOSA SERÁN LOS DEFINIDOS EN LOS PLANOS Y PLIEGO DE PRESCRIPCIONES PARTICULARES.

SALVO JUSTIFICACION EN CONTRARIO, LA MEZCLA BITUMINOSA A EJECUTAR ESTARÁ INCLUIDA ENTRE LOS TIPOS Y CONDICIONES SEÑALADOS EN LA TABLA MBC-1 Y MBF-1. (PAGINAS 3 y 4).

Dentro de las mezclas bituminosas existe un componente más: el aire, que, ocupando los huecos entre los áridos que no se han rellenado con el ligante, según su mayor o menor proporción, contribuye a dar ciertas características a la mezcla.

Las mezclas con un contenido grande de aire se llaman abiertas; y aquellas en que dicho contenido es pequeño, cerradas.

TABLA MBC - 1

MEZCLA		CAPAS DE RODADURA				CAPAS INTERMEDIAS, DE BASE, O DE REGULARIZACION			
Tipo	Designación	Tamaño máximo del árido empleado normalmente	Rechazo del tamiz # 8 ASTM, % M	Cernido por el tamiz # 200 ASTM % M	Ligante % MM	Tamaño máximo del árido empleado normalmente	Rechazo del tamiz # 8 ASRM, % M	Cernido por el tamiz # 200 ASTM % M	Ligante % MM
I	Tipo macadam	-	-	-	-	2½"	95-100	0-2	2,0-4,5
II	De estructura abierta	3/8" - 23/4"	80-95	0-4	3,0-6,0	3/4" - 1½"	80-95	0-2	3,0-6,0
III	De estructura gruesa	1/2" - 3/4"	65-80	0-6	3,0-6,0	3/4" - 1½"	65-80	0-3	3,0-6,0
IV	De estructura cerrada	1/2" - 1"	50-65	1-8	3,5-7,0	1" - 1½"	50-65	0-4	3,5-7,0
V	De estructura fina	1/2" - 3/4"	35-50	2-10	4,0-7,5	-	-	-	-
VI	Mortero grueso	1/2" - 3/4"	20-35	3-12	3,5-8,5	-	-	-	-
VII	Mortero de arena	3/8"	5-20	5-14	6,0-11,0	-	-	-	-
VIII	Mortero fino	# 4 ASTM	0-5	7-15	6,6-12,0	-	-	-	-

M en peso, del total de los áridos.

MM en peso, del total de la mezcla.

TABLA MBF-1

MEZCLA		CAPA DE RODADURA				CAPAS INTERMEDIAS, DE BASE, O DE REGULARIZACION			
Tipo	Designación	Tamaño máximo del árido empleado normalmente.	Rechazo del tamiz # 8 --- ASTM, % n	Cernido por tamiz # 200 ASTM, % n	Ligante % n	Tamaño máximo del árido empleado normalmente	Rechazo del tamiz # 8 ASTM, % n	Cernido por tamiz # 200 ASTM, % n	Ligante % n
I	Tipo Macadam	-	-	-	-	2½"	96-100	0-2	3,0-4,5
II	De estructura abierta	3/8"-3/4"	80-95	0-4	3,0-6,0	3/4"-1½"	80-95	0-2	3,0-6,0
III	De estructura gruesa	1/2"-3/4"	65-80	0-6	3,0-6,0	3/4"-1½"	65-80	0-3	3,0-6,0
V	De estructura fina	1/2" > 3/4"	35-50	2-10	4,0-7,5	-	-	-	-

n en peso, del total de los áridos.

nn botón residual, en peso, del total de la mezcla.

das.

Como el tamaño máximo del árido depende del espesor de la capa que se va a extender en una sola operación, dentro de cada tipo existe la clasificación a, b, c, ... según este tamaño: siendo las mezclas del grupo a las que tienen dentro de cada tipo el tamaño de árido más pequeño, y aumentando dicho tamaño progresivamente en las b, c, d, ... etc., según muestra el cuadro I. Sus granulometrías recomendadas se exponen en el cuadro II; hay que observar que en éstas no siempre se cumplen las limitaciones de las tablas MBC-1 y MBF-1, en lo tocante al cernido por el tamiz # 200. La explicación es la siguiente: las tablas MBC-1 y MBF-1 sólo imponen 2 condiciones granulométricas (# 8 y # 200) dejando libertad en el resto de la granulometría; el cuadro II impone más restricciones granulométricas, y por ello puede permitirse algo de libertad en el tamiz # 200. Los cuadros, en las páginas 6 y 7.

LAS MEZCLAS BITUMINOSAS EN FRIO, Y LAS EN CALIENTE DE LOS TIPOS I Y II, DEBERAN DOSIFICARSE A LA VISTA DE LOS MATERIALES A EMPLEAR, BASANDOSE PRINCIPALMENTE EN LA EXPERIENCIA OBTENIDA EN CASOS ANALOGOS.

LAS MEZCLAS DE LOS TIPOS III AL V SE AJUSTARAN, SALVO JUSTIFICACION EN CONTRARIO, EL METODO MARSHALL, DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS INDICADOS EN LA TABLA MBC-2.

LAS MEZCLAS DE LOS TIPOS VI AL VIII DEBERAN AJUSTARSE, BIEN AL METODO MARSHALL, DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS INDICADOS EN LA TABLA MBC-2; BIEN AL METODO HUBBARD-FIELD, DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS INDICADOS EN LA TABLA MBC-3.

Se proyecta fabricar una mezcla bituminosa en caliente, para capa de rodadura, de cuatro centímetros de espesor después de compactada, en una carretera de tráfico pesado.

La especificación escogida es la IVC, con el siguiente huso: (ver pág 9.)

En el 2.3.2.1. se ha especificado el empleo de un betón asfáltico 80-100; de acuerdo con la tabla MBC-1, en proporción del 3,5-7 % del peso total de la mezcla.

La mezcla se proyecta siguiendo el método Marshall, de acuerdo con el criterio de la tabla MBC-2.

Cuadro I - DESIGNACION/UTILIZACION/ESPESORES RECOMENDADOS (mm)

TIPO	TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO						
	2½"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	#4
I	a/B/75-100						
II		e/B/75-100	d/I-B/40-75	c/R-I/25-50	b/S-R/20-40	a/S/10-20	
III		e/I-B/75-100	d/I-B/40-75	b/R-L-I/25-50 c/I/25-50	a/R/20-40		
IV		d/I-B/50-75	c/R-I/40-65	b/R/25-50	a/R/20-40		
V				b/R-L-B/25-50	a/R/20-40		
VI				b/R-L-B/25-50	a/R/25-50		
VII						a/R-B/12-25	
VIII							a/R/12-35

B = Base

I = Capa intermedia

L = " de regularización

R = " de rodadura

S = " de selladura

CUADRO II

TAMIZ ASTH	% EN PESO CERNIDO POR EL TAMIZ CORRESPONDIENTE, PARA CADA TIPO DE MEZCLA																				
	TIPO MACADAM	DE ESTRUCTURA ABIERTA					DE ESTRUCTURA GRUESA					DE ESTRUCTURA CERRADA				DE ESTRUCTURA FINA		MORTERO GRUESO		MORTERO ARENA	MORTERO FINO
		Ia	IIa	IIb	IIc	IId	IIe	IIIa	IIIb	IIIc	IIId	IIIe	IVa	IVb	IVc	IVd	Va	Vd	VIa	VIIa	VIIIa
3"	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1½"	35-70	-	-	-	-	100	-	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	
1"	-	-	-	-	100	70-100	-	-	-	100	75-100	-	-	-	100	80-100	-	-	-	-	
¾"	0-15	-	-	100	70-100	50-80	-	100	100	75-100	60-85	-	100	80-100	70-90	-	100	-	100	-	
½"	-	-	100	70-100	-	-	100	75-100	75-100	-	-	100	80-100	-	-	100	85-100	100	-	-	
¾"	-	100	70-100	45-75	35-60	25-60	75-100	60-85	60-85	45-70	40-65	50-100	70-90	60-80	55-75	85-100	-	85-100	85-100	100	
4"	-	40-85	20-40	20-40	15-35	10-30	35-55	35-55	30-50	30-50	30-50	55-75	50-70	48-65	48-62	65-80	65-80	-	-	85-100	
8"	0-5	5-20	5-20	5-20	5-20	5-20	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	35-50	35-50	35-50	35-50	50-65	50-65	65-78	65-80	80-95	
16"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37-52	37-52	50-70	47-68	70-89	
30"	-	-	-	-	-	-	10-22	10-22	5-20	5-20	5-20	18-29	18-29	19-30	19-30	25-40	25-40	35-60	30-55	55-80	
50"	-	-	-	-	-	-	6-16	6-16	3-12	3-12	3-12	13-23	13-23	13-23	13-23	18-30	18-30	25-48	20-40	30-60	
100"	-	-	-	-	-	-	4-12	4-12	2-8	2-8	2-8	8-16	8-16	7-15	7-15	10-20	10-20	15-30	10-25	10-35	
200"	0-3	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	2-8	2-8	0-4	0-4	0-4	4-10	4-10	0-8	0-8	3-10	3-10	6-12	3-8	4-14	

TABLA MBC-2

CARÁCTERÍSTICA	UNIDAD	TRAFICO PESADO		TRAFICO MEDIO		TRAFICO LIGERO	
		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO
NUMERO DE GOLPES EN CADA CARA		75	75	50	50	35	35
ESTABILIDAD	kgf	350	-	225	-	225	-
DEFORMACION	0,01"	8	16	8	18	8	20
HUECOS DE MEZCLA	%						
CAPA DE RODADURA							
III AL V		3	5	3	5	3	5
VI AL VIII		3	8	3	8	3	8
CAPAS INTERMEDIAS O DE BASE		3	11	3	11	3	11
HUECOS DEL ARIDO RE LLENOS DE LIGANTE	%						
CAPA DE RODADURA							
III AL V		75	82	75	85	65	85
VI AL VIII		65	72	65	75	65	75
CAPAS INTERMEDIAS O DE BASE		65	72	65	75	65	75
RELACION FILLER/BE-TUN EN PESO		-	1,2	-	1,2	-	1,2

TABLA MBC-3

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	TRAFICO PESADO		TRAFICO MEDIO		TRAFICO LIGERO	
		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO
ESTABILIDAD	kgf	1.000	-	600	1.000	600	1.000
HUECOS DE LA MEZCLA	%	2	5	2	5	2	5
RELACION FILLER/BE-TUN (EN PESO)		-	1,2	-	1,2	-	1,2

TAMIZ	Cernido ponderal acumulado (%)	
	Huso Granulométrico	Media del Huso
1"	100	100
3/4"	60-100	90
3/8"	60-80	70
4	48-65	56,5
8	35-50	42,5
30	19-30	24,5
50	13-23	18
100	7-15	11
200	0-8	4

Estabilidad mínima	350 kgf
Deformación	0,08"-0,16"
Huecos residuales	3-5%
Huecos de árido rellenos de ligante	75-82%

2.3. Materiales

Los componentes empleados en la fabricación de las mezclas bituminosas son los áridos y el ligante bituminoso.

2.3.1. Aridos

Los áridos, de acuerdo con su tamaño se clasifican en:

ARIDO GRUESO: FRACCION DE ARIDO MINERAL, DE LA QUE QUEDA - RETENIDA EN EL TAMIZ # 8 ASTM UN MINIMO DEL OCHENTA Y CINCO POR CIENTO (85 %), EN PESO.

ARIDO FINO: FRACCION DE ARIDO MINERAL DE LA QUEDA RETENIDA. POR EL TAMIZ # 8 ASTM UN MAXIMO DEL QUINCE POR CIENTO (15 %), - EN PESO.

FILLER: PRODUCTO MINERAL; FINAMENTE DIVIDIDO; QUE SE ADICIONA A LAS MEZCLAS BITUMINOSAS.

LA CURVA GRANULOMETRICA DEL FILLER ESTARA COMPRENDIDA DENTRO DE LOS SIGUIENTES LIMITES:

TAMIZ ASTM	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)
# 30	100
# 100	90 - 100
# 200	65 - 100

Como es sabido, los áridos constituyen más del 90 % del peso de la mezcla; y por ello sus propiedades y características son de una importancia fundamental para las mismas.

Normalmente, para evitar heterogeneidades por segregación (separación de tamaños) los áridos se suministran clasificados en tamaños, cuya composición granulométrica ha de estar de acuerdo con la de la mezcla de que van a formar parte; y, variando las proporciones de cada uno de ellos, se llega a componer una mezcla cuya granulometría total queda dentro del huso elegido.

Es imprescindible que la granulometría de los tamaños de áridos suministrados sea uniforme, ya que cualquier variación en la misma influye sobre la granulometría total, y por tanto en la mezcla.

A veces el suministro es correcto, pero el acopio en malas condiciones produce contaminación o segregación; y, según la zona del acopio, la granulometría es distinta: es, por tanto, necesario que se preste la atención debida a la forma de realizar el acopio. En el árido fino es fundamental vigilar la segregación porque la diversidad de tamaños es mucho mayor.

La forma de las partículas ha de ser lo más cúbica posible, y la presencia de lascas y agujas debe ser vigilada; ya que las partículas con estas formas se parten y alteran la granulometría del árido y la estabilidad de la mezcla.

EL ÁRIDO GRUESO PROCEDERA DEL MACHAQUEO Y TRITURACION DE LA PIEDRA DE CANTERA, O BRAVA NATURAL; EN CUYO CASO EL RECHAZO DEL TAMIZ # 4 ASTM DEBERA CONTENER, COMO MINIMO, UN SETENTA Y CINCO POR CIENTO (75 %), EN PESO; DE ELEMENTOS MACHACADOS -- QUE PRESENTEN DOS (2) CARAS O MAS DE FRACTURA. SE COMPONDRÁ DE ELEMENTOS LIMPIOS, SOLIDOS Y RESISTENTES, DE UNIFORMIDAD RA

ZONABLE, EXENTOS DE POLVO, SUCIEDAD, ARCILLA U OTRAS MATERIAS EXTRAÑAS.

EL ARIDO FINO SERA ARENA NATURAL, ARENA PROCEDENTE DE MACHAQUEO, O UNA MEZCLA DE AMBOS MATERIALES; EXENTA DE POLVO, - SUCIEDAD, ARCILLA U OTRAS MATERIAS EXTRAÑAS. LAS ARENAS NATURALES ESTARAN CONSTITUIDAS POR PARTICULAS ESTABLES Y RESISTENTES. LAS ARENAS ARTIFICIALES SE OBTENDRAN DE PIEDRAS QUE DEBERAN CUMPLIR LOS REQUISITOS FIJADOS PARA EL ARIDO GRUESO.

EL FILLER CONSISTIRA EN POLVO MINERAL, NATURAL O ARTIFICIAL, CUYA NATURALEZA Y COMPOSICION SE ACEPTA POR EL INGENIERO DE CONSTRUCCION, PREVIA REALIZACION DE LOS ENSAYOS QUE ESTIME PERTINENTES.

La fracción inferior al tamiz # 200 ASTM, o procede de la que llevan los mismos áridos, después de recuperada por el colector, o es suministrada independientemente como filler, en sacos o a granel (generalmente se trata de cemento).

La granulometría del polvo recuperado por el colector ha de ser lo más constante posible.

Desde el punto de vista del control de fabricación de mezclas bituminosas, es necesario tener en cuenta la variabilidad de las propiedades de los áridos; debido a que los yacimientos o canteras no son uniformes y el proceso de extracción y fabricación es también variable.

EL COEFICIENTE DE CALIDAD DEL ARIDO GRUESO, MEDIDO POR EL ENSAYO DE LOS ANGELES, SERA INFERIOR A TREINTA Y CINCO (35) SI SE VA A EMPLEAR EN CAPAS DE REGULARIZACION, DE BASE, O INTERMEDIAS; Y A TREINTA (30) SI SE VA A EMPLEAR EN CAPAS DE RODADURA:

El coeficiente de calidad "Los Angeles", ha de ser razonablemente uniforme, puesto que la falta de uniformidad hace que se altere la granulometría original, al romperse las partículas más débiles por la acción de las más resistentes; sobre todo durante el proceso de compactación.

LAS PERDIDAS DEL ARIDO GRUESO, SOMETIDO A LA ACCION DE SOLUCIONES DE SULFATO SODICO O MAGNESICO, EN CINCO (5) CICLOS, - SERAN INFERIORES AL DOCE POR CIENTO (12 %) O AL DIECIOCHO POR CIENTO (18 %), EN PESO, RESPECTIVAMENTE.

LAS PERDIDAS DEL ARIDO FINO, SOMETIDO A LA ACCION DE SOLUCIONES DE SULFATO SODICO O MAGNESICO, EN CINCO (5) CICLOS, SERAN INFERIORES AL DOCE POR CIENTO (12%) O AL DIECIOCHO POR CIENTO (18%), EN PESO, RESPECTIVAMENTE.

EN TODO CASO, LA MEZCLA DE ARIDOS Y FILLER DEBERA TENER UN EQUIVALENTE DE ARENA SUPERIOR A CUARENTA (40) SI SE TRATA DE UNA CAPA DE BASE O DE REGULARIZACION, O SUPERIOR A CUARENTA Y CINCO (45) SI SE TRATA DE UNA CAPA INTERMEDIA O DE RODADURA.

LA ADHESIVIDAD DE LOS ARIDOS CON LOS LIGANTES BITUMINOSOS SERA SUFICIENTE, A JUICIO DEL INGENIERO DE CONSTRUCCION.

SALVO QUE EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES ESPECIFIQUE LO CONTRARIO; SE CONSIDERARA QUE LA ADHESIVIDAD DEL ARIDO GRUESO ES SUFICIENTE CUANDO, EN MEZCLAS TIPO MACADAM O DE ESTRUCTURA ABIERTA, EL PORCENTAJE PONDERAL DEL ARIDO TOTALMENTE ENVUELTO, DESPUES DEL ENSAYO DE INMERSION EN AGUA, SEA SUPERIOR AL SETENTA Y CINCO POR CIENTO (75%); SIEMPRE QUE EN EL VEINTICINCO POR CIENTO (25%) RESTANTE NO HAYA MAS DEL QUINCE POR CIENTO (15%) DEL TOTAL QUE PRESENTE CARAS TOTALMENTE DESCUBIERTAS; O CUANDO, EN LOS RESTANTES TIPOS DE MEZCLA, LA PERDIDA DE RESISTENCIA EN EL ENSAYO INMERSION-COMPRESION, NO REBASE EL VEINTICINCO POR CIENTO (25%).

CON LAS MISMAS SALVEDADES, SE ADMITIRA QUE LA ADHESIVIDAD DEL ARIDO FINO, MEDIDA POR EL ENSAYO RIEDEL-WEBER, ES SUFICIENTE CUANDO EL COEFICIENTE DE DICHO ENSAYO SEA SUPERIOR A CUATRO (4).

SI LA ADHESIVIDAD NO ES SUFICIENTE, NO SE PODRA UTILIZAR EL ARIDO; SALVO QUE LA ADMINISTRACION AUTORICE EL EMPLEO DE UNA ADICION ADECUADA, ESTIPULANDO LAS CONDICIONES DE SU UTILIZACION.

PODRA MEJORARSE LA ADHESIVIDAD DEL ARIDO ELEGIDO, MEDIANTE LA ADICION DE ACTIVANTES O CUALQUIER OTRO PRODUCTO SANCIONADO POR LA EXPERIENCIA, O SU ENVOLVIMIENTO PREVIO CON UN LIGANTE BITUMINOSO DE BAJA VISCOSIDAD. EN TALES CASOS, EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES O, EN SU DEFECTO, LA ADMINISTRACION DEBERA ESTABLECER LAS ESPECIFICACIONES QUE TENDRAN QUE CUMPLIR DICHAS ADICIONES Y LOS PRODUCTOS RESULTANTES.

En el peso de un árido cabe distinguir los siguientes estados:

- Seco P_s
- Saturado, con superficie seca $P_s (1 + \frac{a}{100})$
- Saturado de ligante, con superficie limpia $P_s (1 + \frac{a_a}{100})$

Los términos a y a_a designan, respectivamente la máxima absorción de agua y la de ligante, ambas expresadas en % de P_s . Se puede admitir que a_a es una fracción m de a , comprendida entre 0 u 1, según la forma de los huecos superficiales de las partículas, y la tensión superficial del ligante.

En el volumen de un árido, cabe distinguir: (Fig. 1 y 2)

- el volumen absoluto de las partículas, con exclusión de todos sus huecos interiores y exteriores v_a
- el volumen neto de las partículas, incluyendo los huecos interiores de las mismas, siempre que sean inaccesibles al agua (en condiciones experimentales definidas) $v_a + v_{hi}$
- el volumen elemental de las partículas, incluyendo todos los huecos de las mismas, tanto interiores como exteriores $v_a + v_{hi} + v_{he}$
- el volumen efectivo de las partículas, incluyendo todos los huecos interiores y los exteriores rellenos por ligante (en condiciones experimentales definidas) $v_c + v_{hi} + (m) v_{he}$
- el volumen conjunto del árido, incluyendo todos los huecos de las partículas y además los huecos intergranulares $v_a + v_{hi} + v_{he} + v_i$

Dividiendo el peso seco del árido, por el volumen absoluto, neto, elemental, o conjunto antes definido, se obtienen, --- respectivamente, los pesos específicos absolutos γ_a , neto γ_n , elemental γ_e , o conjunto γ_c .

En la terminología de uso corriente, traducida de la anglosajona, los pesos específicos, neto, elemental y conjunto --- reciben, respectivamente, los nombres de real, aparente (parti-

S E C O

PARTICULA

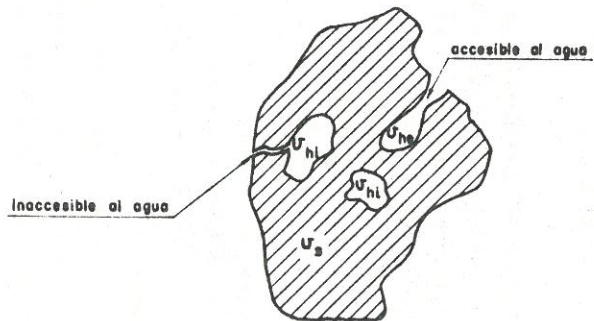
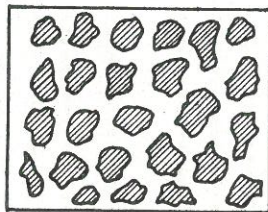


FIG. 1

ARIDO (CONJUNTO)



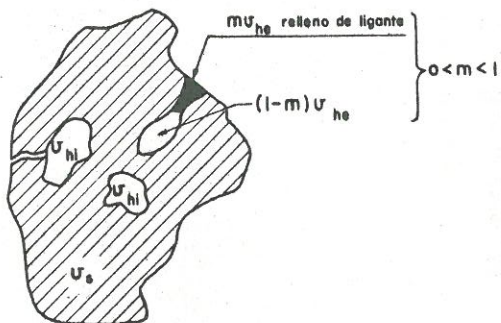
U_{hi} lleno de aire : seco
 U_{he} lleno de agua : saturado, con
 superficie seca

Rayado : $U_o + U_{hi} + U_{he}$

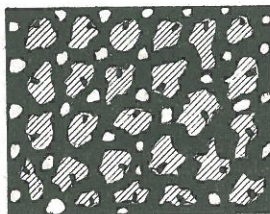
Bianco : U_l

CON LIGANTE

PARTICULA



ARIDO (CONJUNTO)



Rayado : $U_s + U_{hl} + (1-m)U_{he}$

Punto negro : mU_{he} (ligante absorbido)

Negro : ligante activo } U_l

Blanco : aire

FIG. 2

culos), y aparente (áridos). El peso específico técnico se denomina "aparente saturado superficie seca".

Dividiendo el peso saturado con superficie seca por el volumen elemental, se obtiene el peso específico técnico γ_t . Dividiendo el peso saturado de ligante, con superficie limpia, por el volumen efectivo, se obtiene el peso específico efectivo γ_{ef} .

Experimentalmente se pueden determinar:

- El peso seco: P_s
- el peso saturado con superficie seca: $p_{ss} = p_s (1 + \frac{a}{100})$
- el peso del árido saturado y sumergido en agua: $p_a = \frac{(v_s + v_{hi}) \times 1}{v_s + v_{hi} + v_{he} + v_i}$
- el volumen conjunto $v_c = v_s + v_{hi} + v_{he} + v_i$
- el peso específico del ligante: γ_l
- el peso del árido saturado de ligante y sumergido en ligante: $P_{sa} = P_s - (v_s + v_{hi}) \times \gamma_l + v_{he} \times \gamma_l - (1-m) \times \gamma_l$

De estos datos se deducen los demás parámetros, a través de las relaciones siguientes:

$$\gamma_n = P_s / (P_s - P_a)$$

$$\gamma_e = P_s / (P_{ss} - P_a)$$

$$a = 100 \frac{(P_{ss} - P_s)}{P_s}$$

$$\gamma_t = \frac{P_{ss}}{P_{ss} - P_a}$$

$$m = \frac{(P_{ss} - P_a) - \frac{P_s - P_{sa}}{\gamma_l}}{2(P_{ss} - P_s)}$$

$$a_a = 50 \frac{(P_{ss} - P_a) \gamma_l - (P_s - P_{sa})}{P_s}$$

$$\gamma_{ef} = \frac{P_s - 2(P_s - P_{sa})}{P_{ss} - P_a} + 2 \gamma_l$$

$$\gamma_c = P_s / v_c$$

En el caso de que se mezclen varios áridos en proporciones t_1, t_2, \dots, t_i (%) con diferentes pesos específicos netos $\gamma_{n1}, \gamma_{n2}, \dots, \gamma_{ni}$, absorciones de agua a_1, a_2, \dots, a_i , y fracción de huecos exteriores rellenos de ligante m_1, m_2, \dots, m_i , se tomarán para ellos un peso específico medio Γ_n , una absorción media A , y una fracción media M , definidas por:

$$\Gamma_n = \frac{100}{\sum \frac{t_i}{\gamma_{ni}}}$$

$$A = \frac{\sum t_i a_i}{100}$$

$$M = \frac{\sum t_i m_i a_i}{A}$$

2.3.2. Ligantes bituminosos

2.3.2.1. Condiciones Generales

SALVO JUSTIFICACION EN CONTRARIO, EL LIGANTE BITUMINOSO A EMPLEAR ESTARA INCLUIDO ENTRE LOS QUE A CONTINUACION SE INDICAN:

MEZCLAS EN CALIENTE

BETUNES ASFALTICOS (V. PAG 141) - TIPOS B60/80, B80/100,
B100/150

BETUNES ASFALTICOS FLUIDIFICADOS (V. PAG 142 y 143) - TIPOS
MC4, MC5, RC4, RC5

MEZCLAS EN FRIO

BETUNES ASFALTICOS FLUIDIFICADOS (V. PAG 143) - TIPOS RC1,
RC2, MC2

EMULSIONES ASFALTICAS DIRECTAS (V. PAG 144) - TIPOS EAM,
EAL, ECM-1, ECM-2, ECL

PODRA MEJORARSE EL LIGANTE ELEGIDO, MEDIANTE LA ADICION DE ACTIVANTES, CAUCHO O CUALQUIER OTRO PRODUCTO SANCIONADO POR LA EXPERIENCIA. EN TALES CASOS, EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES DEBERA ESTABLECER LAS ESPECIFICACIONES QUE TENDRAN QUE CUMPLIR DICHAS ADICIONES Y LOS PRODUCTOS RESULTANTES. LA DOSIFICACION Y HOMOGENEIZACION DE LA ADICION SE REALIZARA - DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES DEL INGENIERO DE CONSTRUCCION.

2.3.2.2. Transporte y almacenamiento

2.3.2.2.1. En bidones

LOS BIDONES EMPLEADOS PARA EL TRANSPORTE DE LIGANTE ESTARAN CONSTITUIDOS POR UNA VIROLA DE UNA SOLA PIEZA; SUS SISTEMAS DE CIERRE SERAN HERMETICOS, Y SE CONSERVARAN EN BUEN ESTADO, LO MISMO QUE LA UNION DE LA VIROLA CON EL FONDO.

A LA RECEPCION EN OBRA DE CADA PARTIDA, EL INGENIERO DE CONSTRUCCION INSPECCIONARA EL ESTADO DE LOS BIDONES; Y PROCEDERA A RECHAZARLOS O DAR SU CONFORMIDAD PARA QUE PASE A CONTROLARSE EL MATERIAL.

LOS BIDONES EMPLEADOS PARA EL TRANSPORTE DE LIGANTE SE ALMACENARAN EN INSTALACIONES DONDE QUEDEN ADECUADAMENTE PROTEGIDOS DE LA HUMEDAD, LLUVIA, CALOR EXCESIVO, Y DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE MOTORES, MAQUINAS, FUEGOS O LLAMAS. LOS BIDONES EMPLEADOS PARA EL TRANSPORTE DE BETUN ASFALTICO FLUIDIFICADO SE COLOCARAN, PREFERENTEMENTE, TUMBADOS; Y SE EXTREMARAN LAS PRECAUCIONES CUANDO SE TEMA QUE LA TEMPERATURA AMBIENTE PUEDA ALCANZAR VALORES CERCANOS AL PUNTO DE INFLAMACION DEL BETUN ASFALTICO FLUIDIFICADO. LOS BIDONES EMPLEADOS PARA EL TRANSPORTE DE EMULSIONES SE ALMACENARAN PROTEGIDOS DE LAS HELADAS, QUE PUEDAN PROVOCAR LA ROTURA DE LA EMULSION.

EL INGENIERO DE CONSTRUCCION COMPROBARA CON LA FRECUENCIA QUE CREA NECESARIA, QUE DEL TRATO DADO A LOS BIDONES DURANTE SU DESCARGA NO SE SIGUEN DESPERFECTOS QUE PUEDAN AFECTAR A LA CALIDAD DEL MATERIAL; Y, DE NO SER ASI, IMPONDRA EL SISTEMA DE DESCARGA.

2.3.2.2.2. A granel

CUANDO EL SISTEMA DE TRANSPORTE SEA A GRANEL, EL CONTRATISTA COMUNICARA AL INGENIERO DE CONSTRUCCION CON LA DEBIDA ANTELACION, EL SISTEMA QUE VA A UTILIZAR, CON OBJETO DE OBTENER LA APROBACION CORRESPONDIENTE.

LAS CISTERNAS EMPLEADAS PARA EL TRANSPORTE DE LIGANTE ESTARAN DOTADAS DE MEDIOS MECANICOS PARA EL TRASIEGO RAPIDO DE SU CONTENIDO A LOS DEPOSITOS DE ALMACENAMIENTO; Y CON TAL FIN SERAN PREFERIBLES LAS BOMBAS DE TIPO ROTATIVO A LAS CENTRIFUGAS. DICHAS BOMBAS DEBERAN ESTAR CALEFACTADAS Y/O PODERSE LIMPIAR PERFECTAMENTE DESPUES DE CADA UTILIZACION.

DADO QUE LOS BETUNES ASFALTICOS SE TRANSPORTARAN SIEMPRE - EN CALIENTE, LAS CISTERNAS A EMPLEAR ESTARAN PERFECTAMENTE CALORIFUGADAS, Y PROVISTAS DE TERMOMETROS SITUADOS EN PUNTOS BIEN - VISIBLES. SERA CONVENIENTE QUE ESTEN DOTADAS DE SU PROPIO SISTEMA DE CALEFACCION, PARA EVITAR QUE, POR CUALQUIER ACCIDENTE, LA TEMPERATURA DEL PRODUCTO BAJE EXCESIVAMENTE.

SOLO PARA TRANSPORTES MUY CORTOS; Y EN CASOS EXCEPCIONALES, PODRA AUTORIZAR EL INGENIERO DE CONSTRUCCION LA UTILIZACION DE CISTERNAS ORDINARIAS, SIN AISLAMIENTO NI SISTEMA DE CALEFACCION: INCLUSO LAS EMPLEADAS CORRIENTEMENTE PARA EL TRANSPORTE DE - -- OTROS LIQUIDOS, SIEMPRE QUE EL INGENIERO DE CONSTRUCCION PUEDA COMPROBAR QUE SE HA EMPLEADO UNA CISTERNA COMPLETAMENTE LIMPIA.

LOS BETUNES ASFALTICOS FLUIDIFICADOS RC-0 A RC-2, Y MC-0 A MC-2 PODRAN TRANSPORTARSE EN CISTERNAS ORDINARIAS, SIN AISLAMIENTO NI SISTEMA DE CALEFACCION; INCLUSO EN LAS EMPLEADAS CORRIENTEMENTE PARA EL TRANSPORTE DE OTROS LIQUIDOS, SIEMPRE QUE EL INGENIERO DE CONSTRUCCION PUEDA COMPROBAR QUE SE HA EMPLEADO UNA CISTERNA COMPLETAMENTE LIMPIA.

LOS BETUNES ASFALTICOS FLUIDIFICADOS RC-3 A RC-5, Y MC-3 A MC-5 SE TRANSPORTARAN EN CALIENTE; PARA LO CUAL LAS CISTERNAS A EMPLEAR ESTARAN PERFECTAMENTE CALORIFUGADAS Y PROVISTAS DE -- TERMOMETROS SITUADOS EN PUNTOS BIEN VISIBLES. SERA CONVENIENTE QUE ESTEN DOTADAS DE SU PROPIO SISTEMA DE CALEFACCION, PARA EVITAR QUE POR CUALQUIER ACCIDENTE, LA TEMPERATURA DEL PRODUCTO BAJE EXCESIVAMENTE.

LAS EMULSIONES ASFALTICAS PODRAN TRANSPORTARSE EN CISTERNAS SIN AISLAMIENTO NI SISTEMA DE CALEFACCION; POR LO TANTO, PODRAN UTILIZARSE LAS EMPLEADAS NORMALMENTE PARA EL TRANSPORTE DE OTROS LIQUIDOS, SIEMPRE QUE EL INGENIERO DE CONSTRUCCION PUEDA COMPROBAR QUE SE HA EMPLEADO UNA CISTERNA COMPLETAMENTE LIMPIA.

EL LIGANTE TRANSPORTADO EN CISTERNAS SE ALMACENARA EN UNO O VARIOS TANQUES ADECUADAMENTE AISLADOS ENTRE SI, QUE DEBERAN - ESTAR PROVISTOS DE BOCA DE VENTILACION, PARA EVITAR QUE TRABAJEN A PRESION; Y QUE CONTARAN CON LOS APARATOS DE MEDIDA Y SEGURIDAD NECESARIOS PARA EL PERFECTO FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACION, Y SITUADOS EN PUNTOS DE FACIL ACCESO.

TODAS LAS TUBERIAS A TRAVES DE LAS CUALES HA DE PASAR EL BETUN ASFALTICO, O BETUN ASFALTICO FLUIDIFICADO RC-3 A RC-5, Y MC-3 A MC-5, DESDE EL ELEMENTO DE TRANSPORTE AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO, DEBERAN ESTAR DOTADAS DE ELEMENTOS DE CALEFACCION Y/O AISLADAS.

A LA VISTA DE LAS CONDICIONES INDICADAS EN LOS PARRAFOS ANTERIORES, ASI COMO DE AQUELLAS OTRAS QUE, REFERENTES A LA CAPACIDAD DE LA CISTERNA, RENDIMIENTO DEL SUMINISTRO, PELIGRO DE INFLAMACION, ETC., ESTIME NECESARIAS EL INGENIERO DE CONSTRUCCION, PROCEDERA ESTE A RECHAZAR O A APROBAR EL SISTEMA DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO PRESENTADO.

EL INGENIERO DE CONSTRUCCION COMPROBARA, CON LA FRECUENCIA QUE CREA NECESARIA, QUE DURANTE EL VACIADO DE LAS CISTERNAS NO SE LLEVAN A CABO MANIPULACIONES QUE PUEDAN AFECTAR A LA CALIDAD DEL MATERIAL; Y DE NO SER ASI SUSPENDERA LA OPERACION HASTA QUE SE TOMEN LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA QUE AQUELLA SE REALICE DE ACUERDO CON SUS EXIGENCIAS.

3. OPERACIONES QUE COMPRENDE EL CONTROL DE LA EJECUCION DE UNA MEZCLA BITUMINOSA

Las operaciones necesarias para el control de la ejecución de una mezcla bituminosa son las siguientes:

- a) Estudio de la dosificación en laboratorio
- b) Control de los acopios y recepción del ligante
- c) Inspección de la maquinaria a emplear en la fabricación y en la puesta en obra.
- d) Puesta a punto de la instalación y obtención de la fórmula de trabajo
- e) Control de suministro de materiales durante la fabricación
- f) Control de la fabricación
- g) Control de la extensión y compactación
- h) Recopilación de datos

La operación a) no forma propiamente parte del control de la puesta en obra, y su realización es previa al control de la mezcla.

Las operaciones b) y c) no deben ser objeto de la actividad del Equipo de Control, excepto en los casos en que así se prevea y sea posible realizarlo por dicho equipo.

Las operaciones d) a h) constituyen verdaderamente el cometido del Equipo de Control.

3.1. Estudio de la dosificación en laboratorio

3.1.1. Aridos considerados

En el estudio de laboratorio se parte de unas granulometrías medias de los áridos suministrados, a partir de las cuales se determinan las proporciones de los mismos para obtener una granulometría combinada que entre dentro del huso elegido.

En el estudio del laboratorio se ha partido de tres tipos de árido y un filler con las siguientes granulometrías:

TAMIZ	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)			
	Gravilla gruesa	Gravilla fina	Arena	Filler
1"	100	100	100	100
3/4"	85	100	100	100
3/8"	15	88	100	100
# 4	2	25	95	100
# 8		5	80	100
# 30		1	38	100
# 50			24	100
# 100			12	88
# 200			4	68

3.1.2. Tanteo inicial de dosificación de áridos

Para ello se comienza realizando un tanteo de las proporciones para ajustarse a la media del huso especificado.

Este tanteo inicial puede realizarse de una de las siguientes formas:

3.1.2.1. Procedimiento deductivo

Se dibuja en un gráfico granulométrico la media del huso especificado, y las curvas granulométricas de los áridos de -- que se dispone. Observando en este gráfico los cernidos por los tamices que aproximadamente coincidan con el tamaño máximo de los áridos, pueden hacerse deducciones respecto de las proporciones en que intervienen los distintos áridos.

Según la media del huso elegido (Fig 3), por el - tamiz # 200 debe pasar un 4 %, suministrado fundamentalmente por el filler; luego la proporción del filler es 4 %.

Igualmente, por el tamiz # 4 deberá pasar un 56,5 % de material, suministrado fundamentalmente por la arena más el filler.

Entonces:

$$56,5 \% = \% \text{ arena} + \% \text{ filler}$$

$$\% \quad \quad \downarrow 4 \% \text{ filler}$$

luego:

$$\% \text{ de arena} = 56,5 \% - 4 \% =$$

$$= 52,5 \% \approx 50 \%$$

Asimismo por el tamiz 3/8" deberá pasar un 70 % - de material, que procede en este caso de la suma de la gravilla fina, y la arena y el filler; con lo que tendremos:

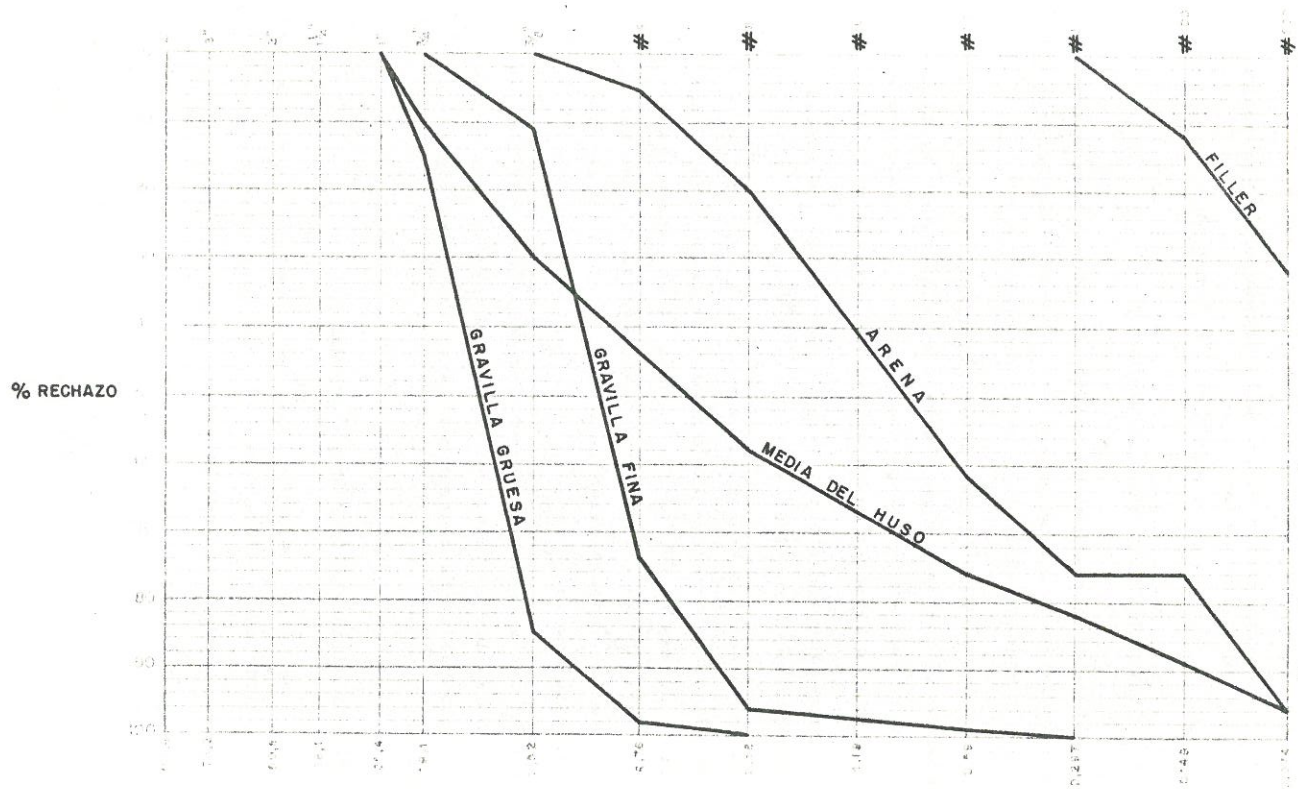


Fig.-3

$$\begin{aligned}
 70 \% &= \% \text{ gravilla fina} + \% \text{ de arena} + \% \text{ filler} = \\
 &= \% \quad \quad \quad \quad \quad + 50 \% + 4 \% = \\
 &= \% \quad \quad \quad \quad \quad + 54 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{luego: } \% \text{ gravilla fina} = 70 - 54 = 16 \%$$

La proporción de gravilla gruesa será, por tanto, para el primer tanteo:

$$100 \% - 70 \% = 30 \%$$

3.1.2.2. Procedimiento gráfico (Rothfuchs)

En este caso se comienza dibujando en un papel milimetrado la granulometría que se desea, en forma de línea recta diagonal de un rectángulo de 10 a 20 cm de lado. (v. Fig 4)

En las ordenadas se pone una escala lineal de cernidos -- ponderales acumulados; y en abscisas se sitúan los tamices, tomando como referencia los cernidos ponderales acumulados -- por cada uno de ellos en la granulometría deseada.

Entonces, empleando estas escalas se dibujan las curvas - granulométricas de los áridos de que se dispone.

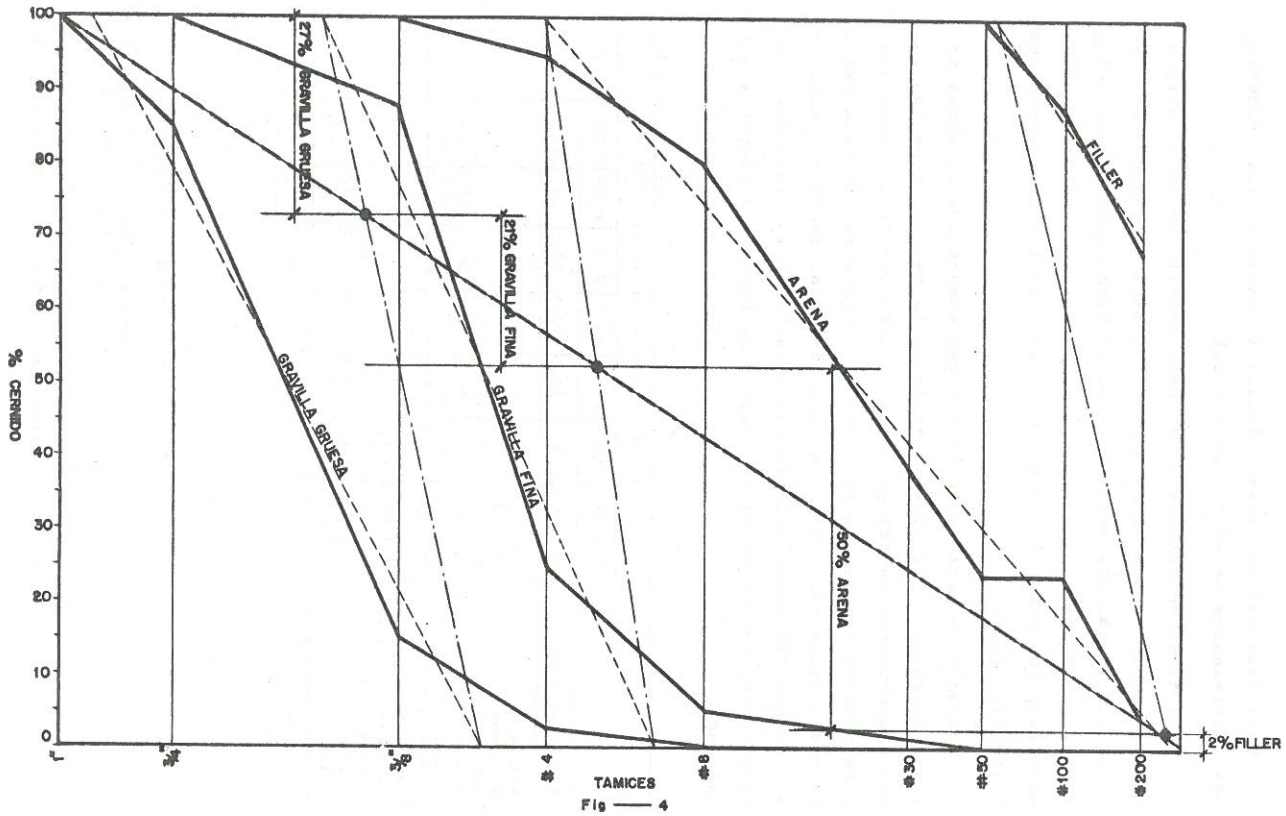
Con una plantilla transparente se dibujan las líneas rectas que más se aproximen a las curvas granulométricas de los áridos: teniendo en cuenta que la suma de las áreas comprendidas entre la recta y las curvas granulométricas debe ser mínima, y que las zonas comprendidas a ambos lados de la recta deben ser iguales.

Se unen los extremos opuestos de estas rectas así dibujadas; y los puntos de intersección con la diagonal que representa la granulometría deseada nos darán las proporciones de cada árido.

3.1.3. Ajuste de la dosificación de áridos

Una vez hecho el tanteo inicial, se procede al ajuste de la dosificación por tanteos sucesivos, de la siguiente forma:

Se confecciona una tabla en la que se comienza por anotar debajo de los tamices correspondientes, los cernidos ponderales acumulados de la media del huso especificado, y los de -- los distintos áridos y filler de que se dispone para hacer la mezcla. Estos datos resumidos sirven para calcular los tan-



TAMICES
Fig 4

teos, y comparar la granulometría obtenida con la de la media del huso, que es la que se trata de conseguir.

Para realizar el primer cálculo se parte de las proporciones determinadas en el tanteo inicial.

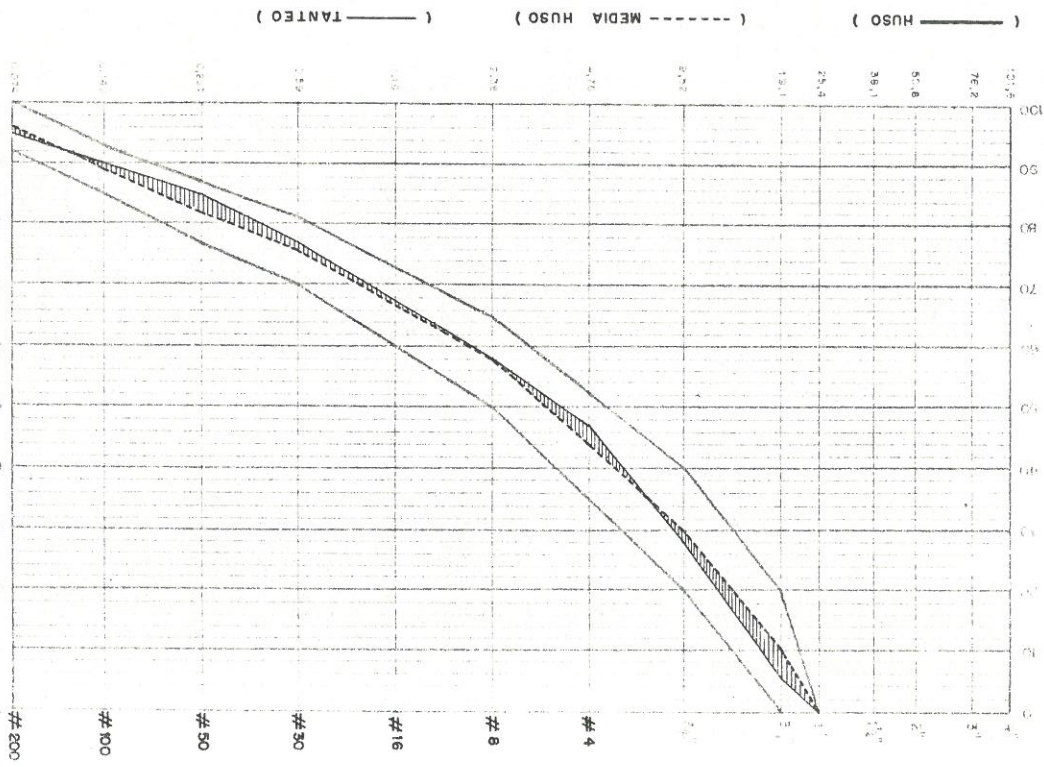
Cada árido contribuye a la granulometría de la mezcla, o sea el cernido ponderal acumulado por cada tamiz, con una cantidad que se calcula multiplicando la proporción en que interviene, expresada en tanto por uno, por el cernido ponderal -- acumulado correspondiente a dicho tamiz en la curva granulométrica del árido.

Operando de esta forma se van rellenando las columnas correspondientes. La granulometría de la mezcla hecha con estas proporciones se obtiene sumando cada una de las columnas, y se compara con la que se trata de conseguir: en este caso, la media del huso. Esta comparación sugerirá modificaciones en las proporciones, volviéndose a calcular la granulometría resultante, del mismo modo, y comparar hasta que llegue a ser adecuada.

		Cernido ponderal acumulado (%)								
		1"	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200
Media del huso		100	90	70	56,5	42,5	24,5	18	11	4
Aridos:										
G.Gruesa		100	85	15	2					
G.Fina		100	100	88	25	5	1			
Arena		100	100	100	95	80	38	24	12	4
Filler		100	100	100	100	100	100	100	88	68
1er. Tanteo		%								
G.Gruesa		30	30	25,5	4,5	0,6				
G.Fina		20	20	20	17,6	5,0	1,0	0,2		
Arena		45	45	45	42,8	36,0	17,1	10,8	5,4	1,8
Filler		5	5	5	5	5	5	5	4,4	3,4
TOTAL..		100	100	95,5	72,1	53,4	42,0	22,3	15,8	9,8

En nuestro caso, puede verse en la figura 5:

- que tan sólo en el tamiz # 8 se ha conseguido prácticamente el mismo cernido ponderal acumulado
- que en los tamices 3/4" y 3/8" la mezcla obtenida tiene exceso de la fracción correspondiente



(Fig. - 5)

(HUSO) ——— (MEDIA HUSO) - - - - (TANTEO)

- que en el # 8, # 30, # 50 y # 100, tiene defecto de la fracción correspondiente.
- que, por último, en el # 200 vuelve a tener material fino en exceso.

Para conseguir arreglar esto en el segundo tanteo, hay que tener en cuenta:

El reducir el exceso en los tamices 3/4" y 3/8" sólo se puede conseguir aumentando la proporción de la gravilla gruesa, único árido de los que se dispone que tiene fracción apreciable en estos tamices (su granulometría presenta una fuerte pendiente en dicha zona).

Como este aumento se hace a expensas de la gravilla fina, disminuirá aún más el cernido, ya escaso, por el tamiz # 4; luego no es sólo necesario disminuir la gravilla fina, sino también aumentar la suma de arena y filler. Esto último es también necesario para aumentar los cernidos por los tamices # 30, # 50 y # 100. Como en el tamiz # 200 hay exceso de cernido, el aumento debe hacerse sólo en la arena, puesto que la proporción de filler más bien habría que disminuir ligeramente, para reducir el cernido en exceso del tamiz # 200.

Según este razonamiento se ensaya por segunda vez con las siguientes proporciones:

Gravilla gruesa	33 % (+ 3 %)
Gravilla fina	15 % (- 5 %)
Arena	47 % (+ 2 %)
Filler	5 % (=)

Se vuelven a calcular los cernidos ponderales acumulados con que contribuyen los áridos en estas proporciones; y sumando de nuevo las columnas se obtiene la granulometría total de la mezcla.

		Cernido ponderal acumulado (%)									
		1"	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	
Media del huso		100	90	70	56,4	42,5	24,5	18	11	4	
Aridos											
G. Gruesa		100	85	15	2						
G. Fina		100	100	88	25	5	1				
Arena		100	100	100	95	80	38	24	12	4	
Filler		100	100	100	100	100	100	100	88	68	
2º Tanteo											
G. Gruesa		33	33	28	4,9	0,7					
G. Fina		15	15	15	13,2	3,8	0,7	0,2			
Arena		47	47	47	47	44,7	37,6	17,9	11,3	5,7	
Filler		5	5	5	5,0	5,0	5,0	5,0	4,4	3,4	
TOTAL		100	100	95	70,1	54,2	43,3	23,1	16,3	10,1	5,3

Al compararla con la deseada (Fig 6) se puede observar que queda prácticamente encajado el tamiz 3/8"; y con diferencias inferiores a 2 % los # 4, # 8, # 30, # 50, # 100 y # 200. El tamiz 3/4" no es posible encajarlo, porque la gravilla gruesa no tiene fracciones suficientes en este tamiz. El 10 % de rechazo en el tamiz de 3/4" solamente se conseguiría poniendo el 66 % de este árido, lo cual es impropcedente.

Esta combinación última puede aceptarse como correcta para la dosificación de áridos, ya que queda -- prácticamente centrada en el huso elegido (v. Fig 6).

3.1.4. Ajuste de la proporción de ligante

Con estas proporciones se realiza en Laboratorio el ensayo Marshall o Hubbard-Field y de los resultados obtenidos se deduce la proporción óptima de ligante (v. Fig 7).

3.2. Control de los acopios

LOS ARIDOS SE SUMINISTRARAN FRACCIONADOS. EL NUMERO DE FRACCIONES DEBERA SER TAL, QUE SEA POSIBLE, CON LA INSTALACION QUE SE UTILICE, CUMPLIR LAS TOLERANCIAS EXIGIDAS EN LA GRANULOMETRIA DE LA MEZCLA. CADA FRACCION SERA SUFICIENTEMENTE HOMOGENEA; Y DEBERA PODERSE ACOPIAR Y MANEJAR SIN PELIGRO DE SEGREGACION, SI SE OBSERVAN LAS PRECAUCIONES QUE SE DETALLAN A CONTINUACION.

CADA FRACCION DEL ARIDO SE ACOPIARA SEPARADA DE LAS DEMAS POR PARTICIONES ESTANCAS Y RESISTENTES, PARA EVITAR INTERCONTAMINACIONES. SI LOS ACOPIOS SE DISPONEN SOBRE EL TERRENO NATURAL, NO SE UTILIZARAN LOS QUINCE CENTIMETROS (15 cm) INFERRIDORES DE LOS MISMOS. LOS ACOPIOS SE CONSTRUIRAN POR CAPAS DE ESPESOR NO SUPERIOR A UN METRO Y MEDIO (1,5 m), Y NO POR MONTONES CONICOS. LAS CARGAS DEL MATERIAL SE COLOCARAN ADYACENTES, TOMANDO LAS MEDIDAS OPORTUNAS PARA EVITAR SU SEGREGACION.

Los acopios deben ser controlados durante su realización. Cuando no sea así, es necesario que al llegar al Equipo de Control a la obra realice un escandallo general de los acopios, para inspeccionar el material y ver las variaciones que en él existen con respecto a las características que sirvie--

Al compararla con la deseada (Fig 6) se puede observar que queda prácticamente encajado el tamiz 3/8"; y con diferencias inferiores a 2 % los # 4, # 8, # 30, # 50, # 100 y # 200. El tamiz 3/4" no es posible encajarlo, porque la gravilla gruesa no tiene fracciones suficientes en este tamiz. El 10 % de rechazo en el tamiz de 3/4" solamente se conseguiría poniendo el 66 % de este árido, lo cual es improcedente.

Esta combinación última puede aceptarse como correcta para la dosificación de áridos, ya que queda -- prácticamente centrada en el huso elegido (v. Fig 6).

3.1.4. Ajuste de la proporción de ligante

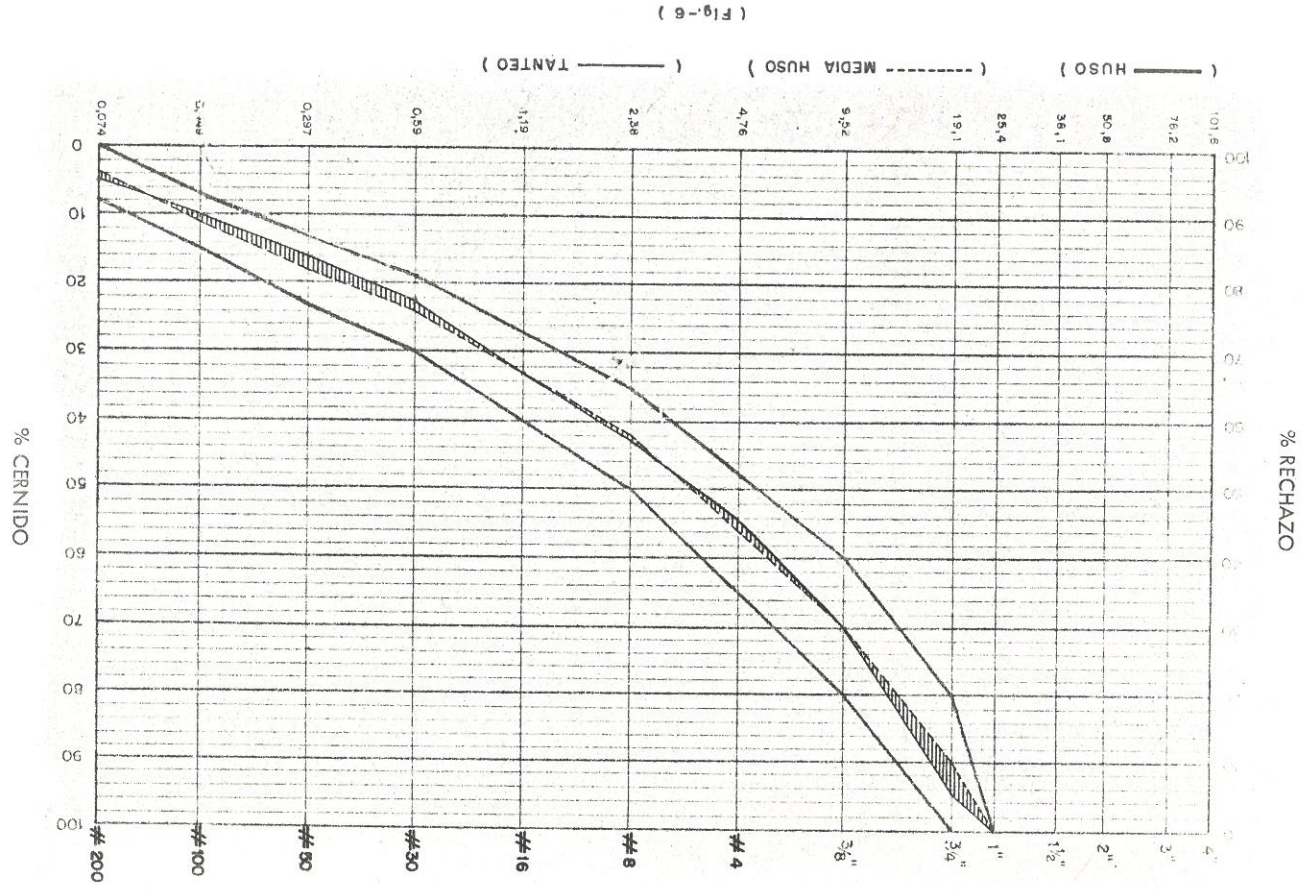
Con estas proporciones se realiza en Laboratorio el ensayo Marshall o Hubbard-Field y de los resultados obtenidos se deduce la proporción óptima de ligante (v. Fig 7).

3.2. Control de los acopios

LOS ARIDOS SE SUMINISTRARAN FRACCIONADOS. EL NUMERO DE FRACCIONES DEBERA SER TAL, QUE SEA POSIBLE, CON LA INSTALACION QUE SE UTILICE, CUMPLIR LAS TOLERANCIAS EXIGIDAS EN LA GRANULOMETRIA DE LA MEZCLA. CADA FRACCION SERA SUFICIENTEMENTE HOMOGENEA; Y DEBERA PODERSE ACOPIAR Y MANEJAR SIN PELIGRO DE SEGREGACION, SI SE OBSERVAN LAS PRECAUCIONES QUE SE DETALLAN A CONTINUACION.

CADA FRACCION DEL ARIDO SE ACOPIARA SEPARADA DE LAS DEMAS POR PARTICIONES ESTANCAS Y RESISTENTES, PARA EVITAR INTERCONTAMINACIONES. SI LOS ACOPIOS SE DISPONEN SOBRE EL TERRENO NATURAL, NO SE UTILIZARAN LOS QUINCE CENTIMETROS (15 cm) INFERIORES DE LOS MISMOS. LOS ACOPIOS SE CONSTRUIRAN POR CAPAS DE ESPESOR NO SUPERIOR A UN METRO Y MEDIO (1,5 m), Y NO POR MONTONES CONICOS. LAS CARGAS DEL MATERIAL SE COLOCARAN ADYACENTES, TOMANDO LAS MEDIDAS OPORTUNAS PARA EVITAR SU SEGREGACION.

Los acopios deben ser controlados durante su realización. Cuando no sea así, es necesario que al llegar al Equipo de Control a la obra realice un escandallo general de los acopios, para inspeccionar el material y ver las variaciones que en él existen con respecto a las características que sirvie--



EL TANTO POR CIENTO (%) DEL LIGANTE
ES REFERIDO AL PESO DEL ARIDO

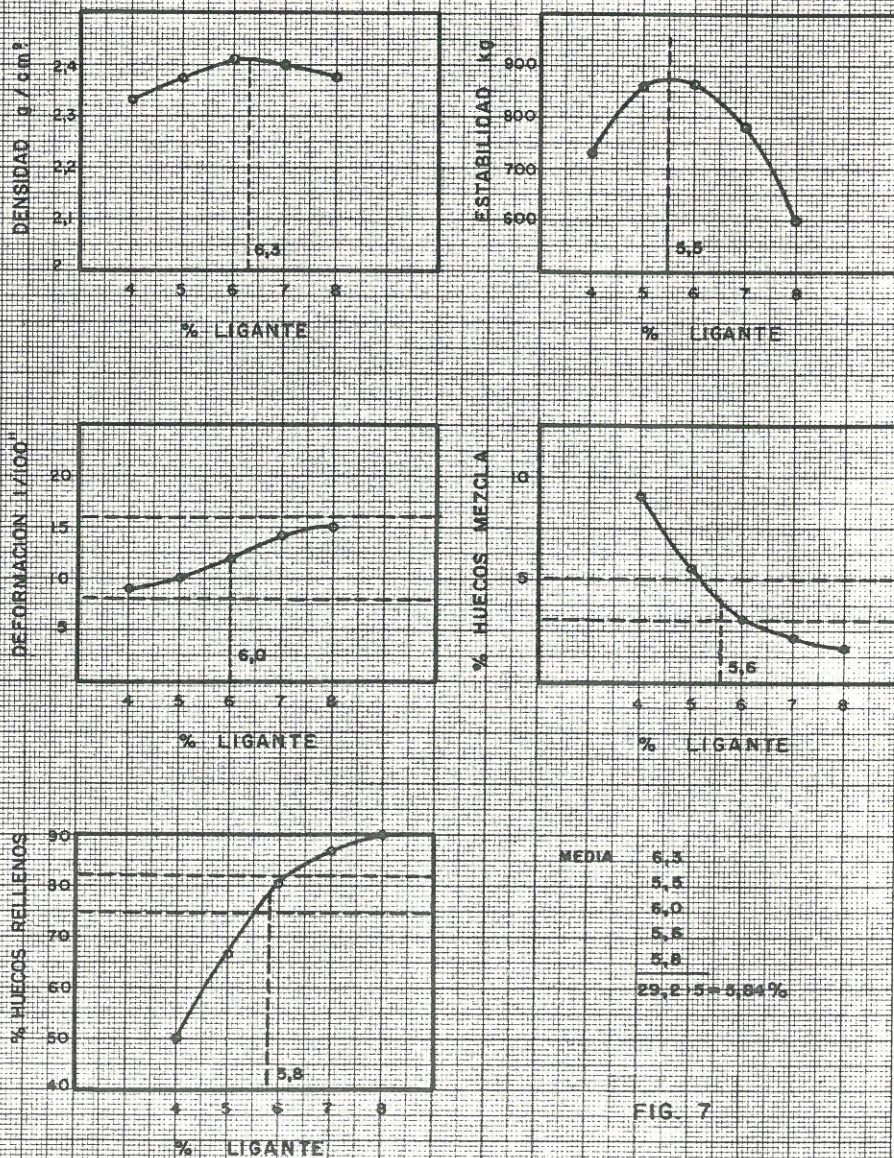


FIG. 7

son para el estudio de dosificación en Laboratorio.

La ejecución de la toma de muestras deberá realizarse con el máximo cuidado, con objeto de asegurarse de que las muestras que se tomen sean verdaderamente representativas; lo cual entraña bastantes dificultades.

Si los acopios no son homogéneos, es decir, si cada tamaño de árido no tiene características suficientemente uniformes, sobre todo en cuanto a granulometría, no es posible utilizarlos - sin rebasar las tolerancias establecidas. Para ello, cuando se observe que las variaciones en las granulometrías de los acopios son grandes, procede el representar las variaciones de la granulometría de cada árido para cada tamiz, de la siguiente forma:

En abscisas se toman los cernidos ponderales acumulados obtenidos en los ensayos de control; y en ordenadas el número de ensayos que arrojan el mismo resultado, unificándolos de dos en dos unidades, es decir, por ejemplo: nº de análisis granulométricos en los que el cernido por el tamiz 3/4" está comprendido entre 84% y 86%; entre 86% y 88%, entre 88% y 90%, etc.

Con ello se obtienen unos gráficos (histogramas) que dan - las variaciones en los acopios de una forma más representativa; pudiéndose deducir el cernido medio y los límites probables de oscilación del cernido por cada tamiz; obteniéndose de ellos - la curva granulométrica media de cada acopio, y sus límites de oscilación probable en forma de huso (v. fig 8).

3.2.1. RECEPCION DEL LIGANTE

A LA RECEPCION EN OBRA DE CADA PARTIDA, DE CADA TANQUE SI SE TRANSPORTA A GRANEL, Y DE CADA 10 TONELADAS DE LIGANTE SI SE RECIBE EN BIDONES, Y SIEMPRE QUE EL SISTEMA DE TRANSPORTE Y LA INSTALACION DE ALMACENAMIENTO CUENTEN CON LA APROBACION DEL INGENIERO DE CONSTRUCCION, SE LLEVARA A CABO UNA TOMA DE MUESTRAS; Y SOBRE ELLAS SE PROCEDERA A MEDIR SU PENETRACION (norma DGC-3.04) EN EL CASO DE BETUN ASFALTICO; A MEDIR SU VISCOSIDAD (norma DGC-3.12) Y REALIZAR EL ENSAYO DE DESTILACION (norma DGC-3.131), SI SE TRATA DE BETUN ASFALTICO FLUIDIFICADO; Y A MEDIR SU CONTENIDO DE AGUA (norma DGC-3.032); O SU PENETRACION SOBRE EL RESIDUO DE DESTILACION (norma DGC-3.132y 3.04). SI SE TRATA DE UNA EMULSION.

REPRESENTACION DE LAS VARIACIONES DE LOS ARIDOS EN LOS ACOPIOS

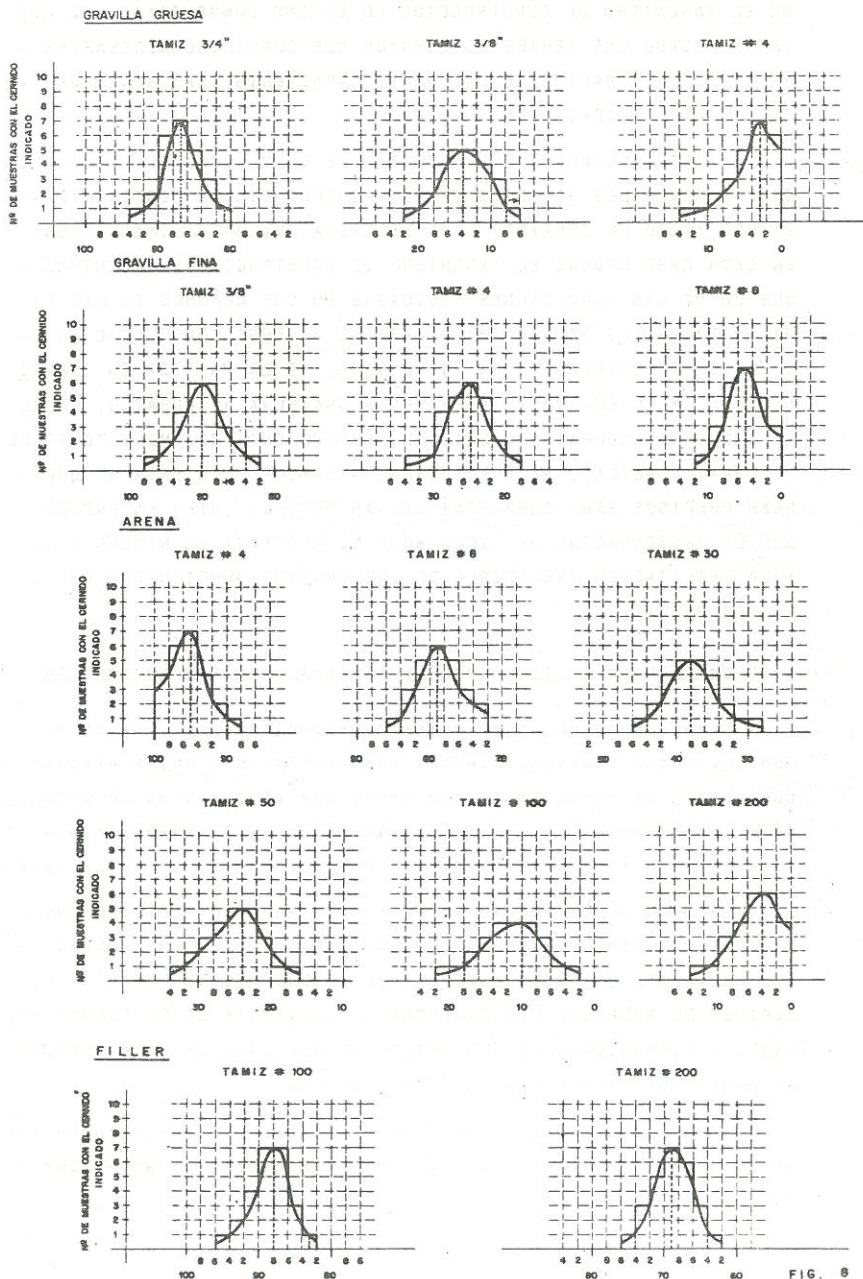


FIG. 8

CON INDEPENDENCIA DE LO ANTERIORMENTE ESTABLECIDO, CUANDO EL INGENIERO DE CONSTRUCCION LO ESTIME CONVENIENTE, SE LLEVARAN A CABO LAS SERIES DE ENSAYOS QUE CONSIDERE NECESARIAS - PARA LA COMPROBACION DE LAS DEMAS CARACTERISTICAS RESEÑADAS - EN LAS ESPECIFICACIONES.

A ESTE RESPECTO, SE ADVIERTE QUE EL CONTROL DE LAS CONDICIONES GENERALES SE REALIZARA DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES (TIPO DE ENSAYOS, SU FRECUENCIA, VALORES LIMITES) QUE EN CADA CASO ORDENE EL INGENIERO DE CONSTRUCCION; MIENTRAS QUE EL DE LAS CONDICIONES INDICADAS EN LOS CUADROS DE LAS PAGINAS 146 a 149 SE LLEVARA A CABO DE ACUERDO CON LO QUE EN ELLOS SE ESPECIFICA. EN DICHO CASO, SI LA PARTIDA ES IDENTIFICABLE, Y EL CONTRATISTA PRESENTA UNA HOJA DE ENSAYOS, REDACTADA POR UN LABORATORIO OFICIAL, DEPENDIENTE DEL MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, SE EFECTUARAN UNICAMENTE LOS ENSAYOS QUE SEAN PRECISOS PARA COMPLETAR DICHAS SERIES; BIEN ENTENDIDO QUE LA PRESENTACION DE DICHA HOJA NO AFECTARA EN NINGUN CASO A LA REALIZACION INELUDIBLE DE LOS ENSAYOS MENCIONADOS EN EL PRIMER PARRAFO.

3.3. Inspección de la maquinaria a emplear y su funcionamiento

Esta operación no es cometido específico del Equipo de Control; sin embargo, ciertas características suyas afectan al control, y es conveniente por tanto que el personal de éste conozca claramente los distintos elementos, y la forma en que influyen en la fabricación, extensión y compactación de la mezcla.

LAS MEZCLAS BITUMINOSAS SE FABRICARAN POR MEDIO DE INSTALACIONES DE TIPO CONTINUO O DISCONTINUO, CAPACES DE MANEJAR SIMULTANEAMENTE EN FRIO EL NUMERO DE ARIDOS QUE SE SUMINISTRE, - CAPACES DE PRODUCIR LAS CANTIDADES NECESARIAS EN EL TIEMPO PREVISTO Y DISPONIENDO DE LOS REPUESTOS SUFICIENTES PARA ASEGURAR UN MINIMO DE TIEMPO PERDIDO POR AVERIAS.

Toda la instalación de fabricación de mezclas bituminosas en caliente consta de las siguientes unidades fundamentales -- (v. Fig 9 y 10):

- 1) - Sistema de alimentación y dosificación de los áridos en frío.
- 2) - Secador de los áridos.
- 3) - Colector de polvo.
- 4) - Instalación de cribado de los áridos en caliente.
- 5) - Silos de almacenamiento de los áridos cribados calientes.
- 6) - Sistema de alimentación de filler.
- 7) - Sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante bituminoso.
- 8) - Sistema de dosificación de los áridos, filler y ligante bituminoso.
- 9) - Mezclador.
- 10) - Sistema de descarga de la mezcla.

En las instalaciones para fabricación de mezclas bituminosas en frío, pueden faltar las unidades 2, 3, 4, 5, y 6.

La maquinaria empleada en la puesta en obra de la mezcla está constituida por:

- 1) - Camiones para el transporte.
- 2) - Extensora(s).
- 3) - Compactadores.

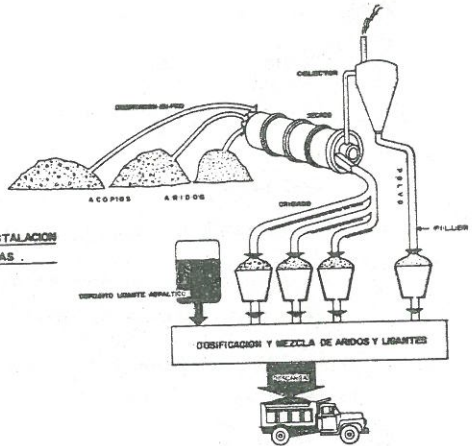
3.3.1. Sistema de alimentación y dosificación de los áridos en frío

El Equipo de Control ha de tener siempre en cuenta que - la alimentación en frío es la clave del buen funcionamiento de la instalación de fabricación, y por tanto de la obtención de una buena mezcla.

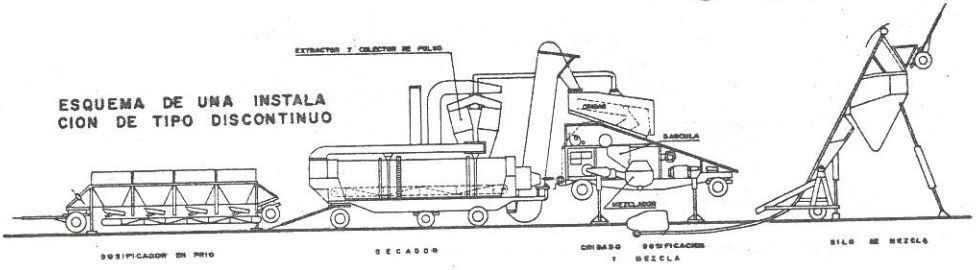
LOS SILLOS DE ARIDOS EN FRIO DEBERAN ESTAR PROVISTOS DE - DISPOSITIVOS DE SALIDA, QUE PUEDAN SER AJUSTADOS EXACTAMENTE Y FACILMENTE EN CUALQUIER AJUSTE.

El tamaño y número de los silos en frío es variable. Un tamaño normal oscila entre 5 y 10 m³ de capacidad, y es evi-

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA INSTALACION DE FABRICACION DE MEZCLAS BITUMINOSAS .



ESQUEMA DE UNA INSTALACION DE TIPO DISCONTINUO



ESQUEMA DE UNA INSTALACION DE TIPO CONTINUO

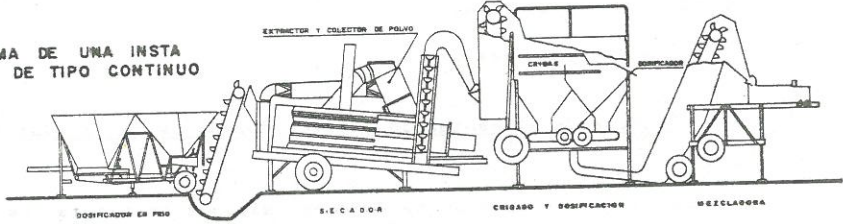
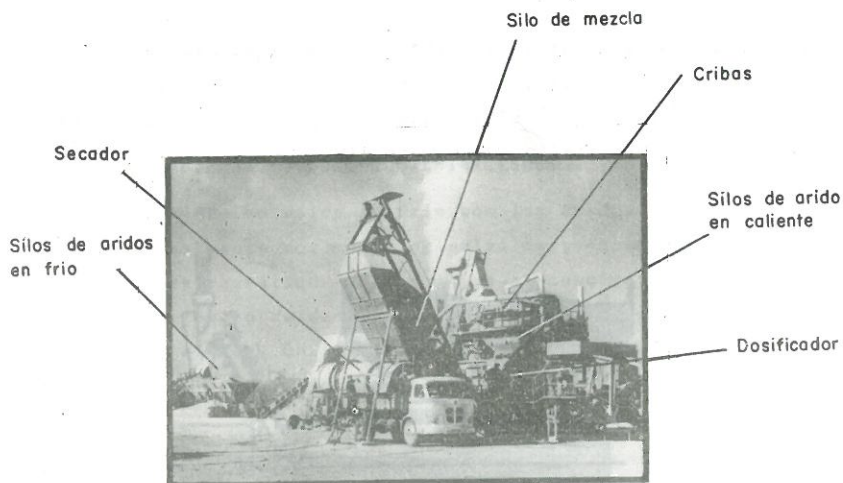
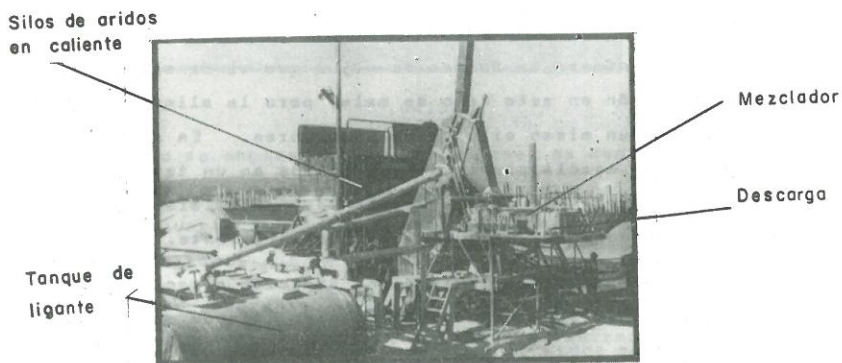


Figura 9



INSTALACION TIPO DISCONTINUO 6411102

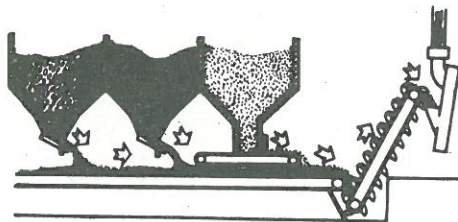
(Wibau 80 t/h)



INSTALACION TIPO CONTINUO 6411121

(Barber — Greene 40 t/h)

dente que ha de estar en relación con la capacidad de producción de la instalación. El número oscila entre 3 y 5; tras se puede considerar el mínimo admisible, y cinco es un número realmente satisfactorio (v. Figura 11).



ESQUEMA DE LA ALIMENTACION EN FRIO

(Fig. 11)

Como el número de áridos suministrados debe ser igual o menor que el número de silos en frío de que disponga la instalación, cuanto menos sean éstos, se dispone de menor número de áridos elementales, y éstos presentan una gama granulométrica más extensa; con lo que el peligro de segregación en los acopios y durante el manejo es mayor, repercutiendo en la granulometría.

A veces el número de áridos es mayor que el de silos. Cualquier solución en este caso es mala, pero la alimentación de dos áridos a un mismo silo es de las peores. En este caso debe hacerse una mezcla previa de dos áridos en un tercer acopio, y alimentar el silo con la mezcla realizada, siempre que se haya comprobado que su homogeneidad es suficiente.

El silo del árido fino merece una atención especial porque la arena, sobre todo cuando está húmeda, tiende a apelmazarse, y a formar sobre la boca de descarga bóvedas que cortan el suministro de este árido. Para evitarlo, se recurre al empleo de diversos dispositivos: de los que el mejor es el de vibradores instalados sobre las paredes cercanas a la descarga. Estos vibradores deben desconectarse automáticamente al interrumpir la alimentación.

LA CARGA DE LOS SILOS EN FRÍO SE REALIZARA DE FORMA QUE ES TOS ESTEN SIEMPRE LLENOS ENTRE EL CINCUENTA POR CIENTO (50 %) Y EL CIENTO POR CIENTO (100 %) DE SU CAPACIDAD, SIN REBOSAR. EN -- LAS OPERACIONES DE CARGA SE TOMARAN LAS PRECAUCIONES NECESARIAS PARA EVITAR SEGREGACIONES O CONTAMINACIONES.

La carga de los silos en frío con los áridos acopiados se realiza generalmente por medio de palas cargadoras (v. fig 12), montadas sobre neumáticos u orugas (en el caso de emplear orugas hay que tener mucho cuidado con la degradación producida por -- ellas en los áridos). En grandes instalaciones también es corrien te utilizar palas excavadoras provistas de cucharón tipo almeja,

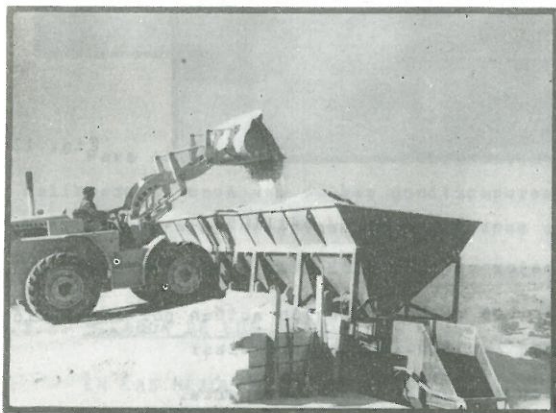


Fig. 12

6411103

Cuando se emplean palas cargadoras, es necesario realizar el llenado de la cuchara atacando el frente del acopio con un movimiento vertical de abajo arriba, al objeto de corregir la segregación local que se produce en el frente de carga.

Asimismo, durante la descarga en el silo se debe vaciar el cucharón en posición central, evitando el derrame del material a los silos contiguos.

El palista debe ir alimentando las tolvas de manera que el nivel del árido dentro de cada una de ellas se mantenga lo más constante posible.

Los dispositivos de dosificación (v. Fig 13) pueden ser de diversos tipos: de vaivén, de arrastre o vibrantes. Cualquiera de ellos es apropiado para los áridos gruesos. La are-

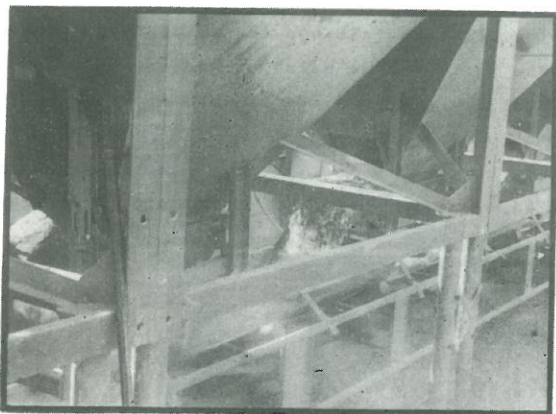


Fig. 13

6411105

na se dosifica mejor con los vibrantes o con los de arrastre.

Los dispositivos de dosificación actúan por regulación - de una o varias de las siguientes variables:

- la abertura graduable de la compuerta.
- la velocidad de la cinta.
- la amplitud o frecuencia del vaivén.
- la amplitud o frecuencia de la vibración.

Hay que tener en cuenta que las aberturas mínimas de las bocas de descarga deben ser $1\frac{1}{2}$ ó 2 veces mayores que el tamaño máximo del árido, con objeto de evitar obstrucciones.

El cometido de la dosificación en frío es el suministro de una corriente de material (v. Fig 14) suficientemente homogénea procedente de cada uno de los silos, de acuerdo con la producción deseada, y en las proporciones necesarias para conseguir la granulometría prevista en la fórmula de trabajo, con las tolerancias establecidas en el Pliego de Prescripciones - Técnicas Generales.



Fig. 14

6411106

Para ello es condición indispensable tener una curva de calibrado de cada uno de los dosificadores, para en todo momento poder ajustar la cantidad que debe suministrarse de cada árido. acopiado (v. 4.3.).

3.3.2. SECADOR DE LOS ARIDOS

EN LAS MEZCLAS EN CALIENTE LOS ARIDOS SE CALENTARAN ANTES DE SU MEZCLA CON LIGANTE BITUMINOSO.

La misión del secador, que está formado por un cilindro metálico que gira alrededor de su eje, es la de calentar los áridos a la temperatura fijada en la fórmula de trabajo, así como evaporar la humedad, eliminándola mediante el tiro de aire provocado por el colector. El interior va provisto de unos dispositivos para voltear el material y exponer la superficie total de las partículas del árido a los efectos de la corriente de aire caliente (v. Fig.15).

La longitud, diámetro, inclinación del tambor, y situación y número de los dispositivos de volteo, gobiernan el tiempo que está el árido en el secador. (normalmente de 5 a 10 minutos) La temperatura de los áridos a la salida no debe rebasar la fijada en la fórmula de trabajo.

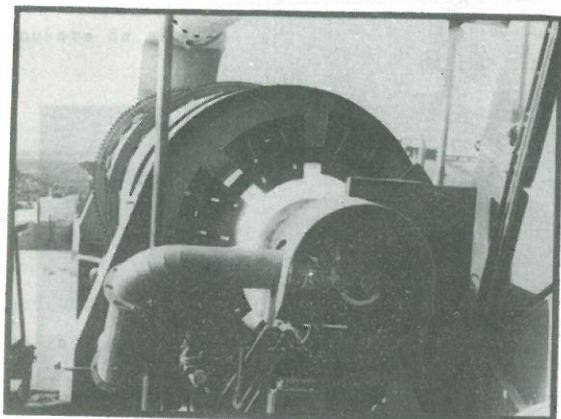


Fig. 15

6411114

La eficacia del secado y la temperatura alcanzada para un determinado tipo de áridos es función de la producción lograda, de la potencia de calefacción y de la capacidad del colector.

EL SECADOR SE REGULARA DE FORMA QUE LA COMBUSTION SEA -- COMPLETA (INDICADA POR LA AUSENCIA DE HUMO NEGRO EN EL ESCAPE DE LA CHIMENEA).

La falta de tiro hace que no se quemé totalmente el combustible, que puede envolver al árido fino, dificultando su adherencia al ligante. El exceso de tiro provoca una baja -- presión en el secador, que se acusa por explosiones y salida de llamas por el extremo del mismo.

LA INSTALACION DEBERA ESTAR PROVISTA DE INDICADORES DE -- LA TEMPERATURA DE LOS ARIDOS, CUYA EXACTITUD SE COMPROBARA -- CON FRECUENCIA SITUADOS EN LOS SILOS DE ARIDO CALIENTE O, EN SU DEFECTO, A LA SALIDA DEL SECADOR.

La temperatura a que salen los áridos se mide por medio de termómetros de vástago metálico, situados en la corriente de salida de los áridos, o por medio de pirómetros. Estos --

elementos de medida han de comprobarse de manera periódica, o cuando se observen anomalías.

Debido a la protección metálica de los termómetros, hay que tener en cuenta que tienen cierta inercia a la variación de temperatura; por lo que es necesario dejar que transcurra el tiempo necesario para que se estabilicen.

A veces una mala colocación, o la acumulación a su alrededor de residuos, etc. falsea, generalmente por defecto, la lectura de la temperatura de los áridos.

3.3.3. Colector de polvo

El objeto del colector de polvo, compuesto por un ventilador-extractor y uno o varios ciclones, unidos entre sí y -- acoplados a la salida de gases del secador, tiene como misión crear dentro del secador un tiro forzado de aire que, a la -- vez que contribuye a que el combustible arda completamente, -- hace circular los gases calientes a través de la cortina de -- áridos; y, finalmente, junto con el aire y los gases de la -- combustión, extrae del secador el vapor de agua. A la vez, -- las partículas más finas del árido son arrastradas por la co -- rriente de aire, y eliminadas de la misma en el ciclón; el -- cual las recupera para su eventual reincorporación a la mez-- cla (v. Fig 16).

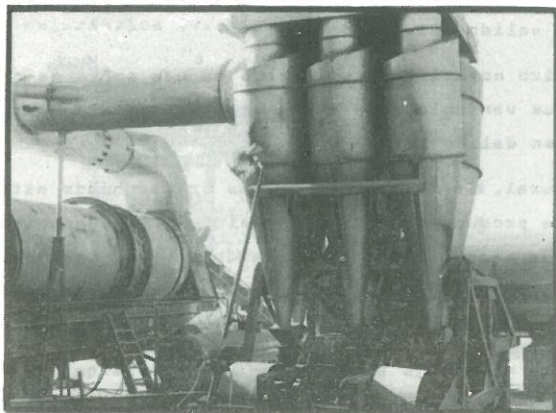


Fig. 16

SI EL POLVO RECOGIDO EN LOS COLECTORES ES ADECUADO COMO FILLER, PUEDE INTRODUCIRSE EN LA MEZCLA; EN CASO CONTRARIO DEBERA ELIMINARSE.

Como ya se ha indicado, el extractor ha de funcionar en equilibrio con el mechero para lograr una combustión perfecta. El ventilador tiene una marcha uniforme, y el tiro se regula por medio de unas aberturas graduables situadas dentro del -- circuito, bien en las tuberías, bien en el propio ventilador.

Funcionando en equilibrio la alimentación de áridos, la potencia del mechero y el tiro de aire, la granulometría del material recuperado es uniforme.

Las mayores alteraciones provienen de un manejo inadecuado de las aberturas de regulación, que dan un tiro excesivo o defectuoso y un material recuperado respectivamente más fino o más grueso.

3.3.4. SISTEMA DE CLASIFICACION DE LOS ARIDOS EN CALIENTE

LA INSTALACION ESTARA DOTADA DE UN SISTEMA DE CLASIFICACION DE LOS ARIDOS EN CALIENTE, EN UN NUMERO DE FRACCIONES NO INFERIOR A TRES (3), SALVO AUTORIZACION DE LA ADMINISTRACION.

Con objeto de obtener una mayor uniformidad en la granulometría de los áridos, se recurre a su reclasificación en tamaños, generalmente tres o cuatro, por medio de un cribado, - después de haber salido del secador.

El dispositivo normalmente utilizado es una serie de cribas vibrantes, que van colocadas inmediatamente encima de los silos de áridos en caliente (v. Fig 17).

Como es natural, la superficie de las cribas ha de estar de acuerdo con la producción máxima obtenible. El rendimiento varía según las características de la criba y el tamaño de las aberturas; y en una primera aproximación, se puede admitir que cada m^2 es capaz de cribar 15 toneladas por hora.

Esta eficacia disminuye si la criba se sobrecarga, o si las aberturas se ciegan como consecuencia de encajarse las -- partículas del árido en las mallas y no realizarse una limpie

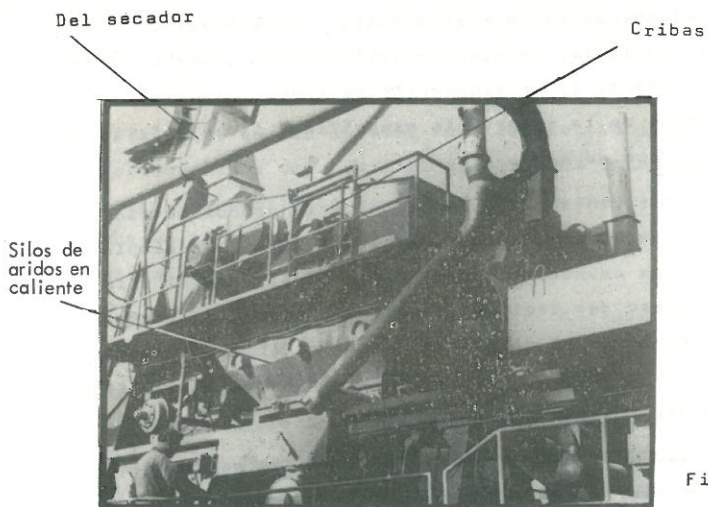
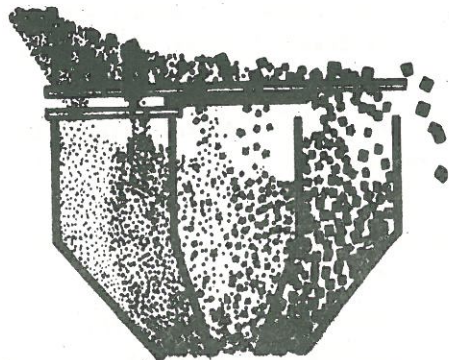


Fig. 17

6411109

za periódica.

Al disminuir la eficacia por una de estas causas, las cribas ya no pueden clasificar todo el material que les llega; y parte del material más fino que debía pasar por cada criba, - cae al silo de material grueso más próximo. Esto lleva como consecuencia un falseamiento de la granulometría de los silos en caliente, y la correspondiente alteración de la curva granulométrica (v. Fig. 18).



**CRIBADO DE LOS ARIDOS EN CALIENTE Y POSIBLE
SEGREGACION EN LOS SILOS**

Fig. 18

En general, si el fenómeno no es constante, se produce - falta de uniformidad en la granulometría de la mezcla. Si el fenómeno es constante, la granulometría tiende a ser uniforme, pero con un aumento de la proporción de finos: la mezcla, debido al aumento de la superficie específica, tiene defecto de ligante, y se vuelve seca.

Otra de las causas de alteración de la granulometría de los áridos cribados es la rotura de las mallas, por simple -- desgaste u otras causas. Cuando esto sucede, pasa al silo material más grueso del debido; y, al dosificar, la granulometría total se altera en el sentido de aumentar la proporción de gruesos. Como consecuencia de ello, la cantidad de ligante es excesiva, y la mezcla se vuelve rica.

Todo ello, obliga a una inspección de las mallas de las cribas y a regular la alimentación de material, para que no - ocurra sobrecarga.

3.3.5. Silos de almacenamiento de los áridos cribados calientes

LA INSTALACION DE FABRICACION DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE ESTARA DOTADA DE SILOS DE ALMACENAMIENTO DE LOS ARIDOS CLASIFICADOS EN CALIENTE, CUYAS PAREDES SERAN RESISTENTES, ESTANCAS Y DE ALTURA SUFICIENTE PARA EVITAR INTERCONTAMINACIONES. DICHS SILOS EN CALIENTE ESTARAN DOTADOS DE UN REBOSADERO, PARA EVITAR QUE EL EXCESO DE CONTENIDO SE VIERTA EN LOS - CONTIGUOS, O AFECTE AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CLASIFICACION; Y DE UN DISPOSITIVO DE ALARMA, CLARAMENTE PERCEPTIBLE POR EL OPERADOR, QUE AVISE CUANDO EL NIVEL DEL SILO BAJE DEL QUE PROPORCIONA EL CAUDAL CALIBRADO.

Los silos en caliente sirven de depósitos intermedios para la dosificación de la mezcla.

En general los constructores diseñan los silos de manera que se reduzcan al mínimo las segregaciones, dándoles formas apropiadas, y achaflanando los ángulos de 90°.

LOS SILOS EN CALIENTE ESTARAN DOTADOS DE PROVISION PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE LAS FRACCIONES ALMACENADAS.

Al tomar la muestra, hay que poner cuidado en efectuar la operación a todo lo ancho de la salida, con objeto de que aquélla sea representativa.

Cuando no exista este dispositivo, o cuando no se pueda hacer la toma en las debidas condiciones, se puede hacer pasar al mezclador una cantidad determinada y desde éste descargarlo a una bandeja, cuarteando después la cantidad necesaria. Aunque un poco más laborioso, siempre que se pueda realizar es el mejor procedimiento.

En las instalaciones de tipo discontinuo, las compuertas de cada silo pueden cerrar mal, por defectos, desgaste, etc. Esto, sobre todo en el caso del árido más fino, produce un derrame constante de material, que merma la cantidad de los restantes áridos durante la pesada. Hay que corregir el derrame, o, en caso de necesidad, modificar las proporciones por tanteo, hasta compensarlo.

3.3.6. Sistema de alimentación de filler

El polvo recuperado por el colector se puede reincorporar de nuevo a la mezcla, por medio de un alimentador y un elevador (v. Fig 19 y 20), quedando acopiado en su correspondiente silo para su dosificación.

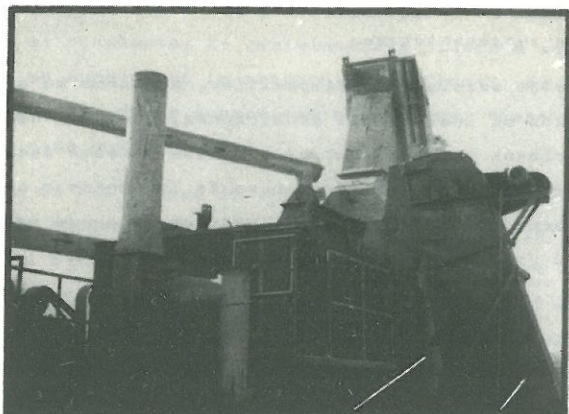
En ocasiones, puede ocurrir que:

- 1º - El polvo recuperado sea excesivo, en cuyo caso hay que incorporar tan sólo la proporción necesaria.
- 2º - Que el polvo recuperado no sea suficiente, en cuyo caso haya que añadir una cantidad complementaria de filler de una manera regular.

EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y ALIMENTACION INDEPENDIENTE DE FILLER, SI LO HAY, DEBERA ESTAR PROTEGIDO DE LA HUMEDAD.

Esto es debido a que el filler adicional no pasa por el secador.

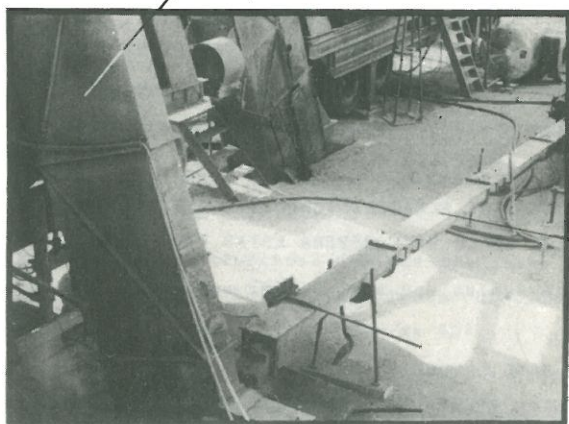
EN EL CASO DE QUE SE INCORPOREN ADICIONES A LA MEZCLA, - LA INSTALACION DEBERA POSEER UN SISTEMA DE DOSIFICACION EXACTA DE LAS MISMAS.



641116

Al dosificador

Elevador



Alimentador

641115

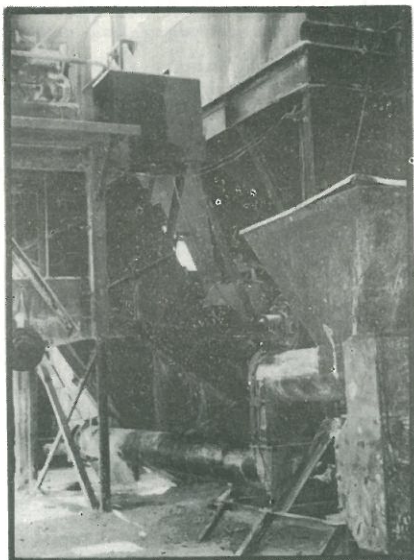
3.3.7. Sistemas de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante

EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO, CALEFACCIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LIGANTE DEBERA PODER PERMITIR LA RECIRCULACIÓN DE ESTE.

LA DESCARGA DE RETORNO DEL LIGANTE A LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO SERA SIEMPRE SUMERGIDA, PARA EVITAR LA OXIDACIÓN DEL MISMO.

El retorno debe estar provisto de --- aberturas para facilitar el funcionamiento del circuito.

Los tanques (v. Fig 21) van provistos de un dispositivo para calentar el ligante hasta la temperatu-



6411120

Fig. 20

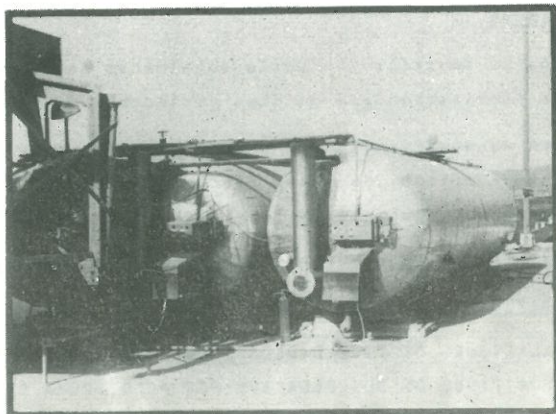


Fig. 21

6411110

ra fijada en la fórmula de trabajo; el cual consiste en una serie de tuberías sumergidas en el ligante a través de las que -- circula un fluido caliente. El sistema varía, pudiéndose emplear vapor, aceite o los gases calientes producidos al quemar un combustible en un mechero. Los mejores procedimientos son los de -- aceite y vapor, porque se elimina prácticamente el peligro de sobrecalentamiento del ligante; pero los más empleados son los sistemas de calefacción por gases calientes de mecheros que queman combustibles líquidos. En este caso hay una cámara de combustión, que debe estar fuera del tanque o protegida con refractario; y es necesario un control cuidadoso de la temperatura, si los mecheros no son automáticos.

TODAS LAS TUBERIAS, BOMBAS, TANQUES, ETC., DEBERAN ESTAR -- PROVISTAS DE DISPOSITIVOS CALEFACTORES Y/O AISLAMIENTOS, PARA -- EVITAR PERDIDAS DE TEMPERATURA.

Si los tanques van provistos de un dispositivo para medir -- altura del ligante, su inspección proporciona un medio directo -- de control de la cantidad media de ligante añadido a la mezcla a lo largo de un periodo de tiempo determinado (v. fig 22).

SE DISPONDRAN TERMOMETROS EN LUGARES CONVENIENTES, PARA ASEGURAR EL CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL LIGANTE; Y ESPECIALMENTE EN LA BOCA DE SALIDA DE ESTE AL MEZCLADOR, Y EN LA ENTRADA DEL -- TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

3.3.8. Sistema de dosificación de los áridos, del filler, y del ligante bituminoso

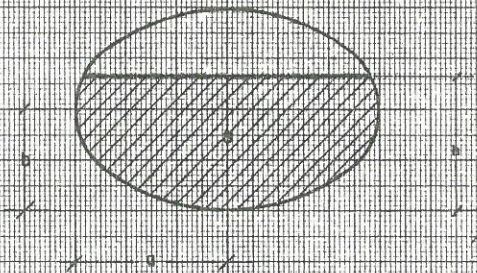
El sistema de dosificación varía totalmente según que la -- instalación de fabricación sea de tipo continuo o discontinuo.

El sistema de dosificación de la instalación deberá ser automático o semiautomático, de forma que no requiera la atención de un vigilante para conseguir la uniformidad de la mezcla fabricada.

3.3.8.1. Instalaciones de fabricación de tipo discontinuo

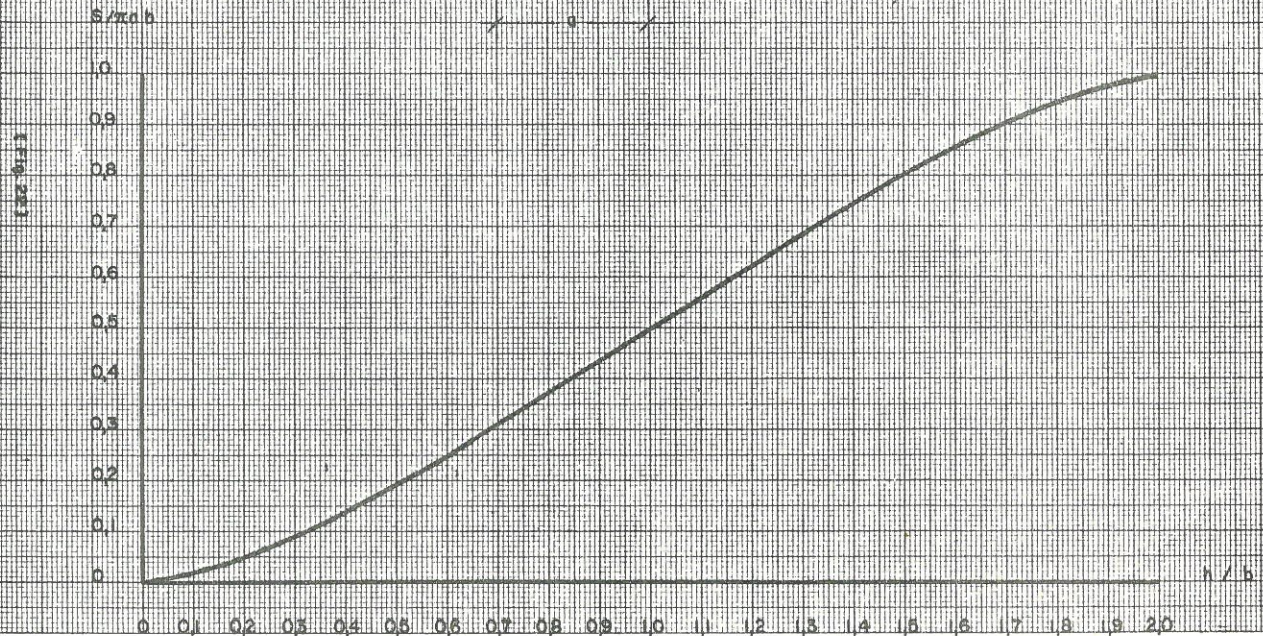
3.3.8.1.1. Dosificación de los áridos

LAS INSTALACIONES DE TIPO DISCONTINUO DEBERAN ESTAR PROVISTAS DE DISPOSITIVOS DE DOSIFICACION POR PESO, CUYA PRECISION SEA SUPERIOR AL MEDIO POR CIENTO (0,5 %) EN MAS O EN MENOS



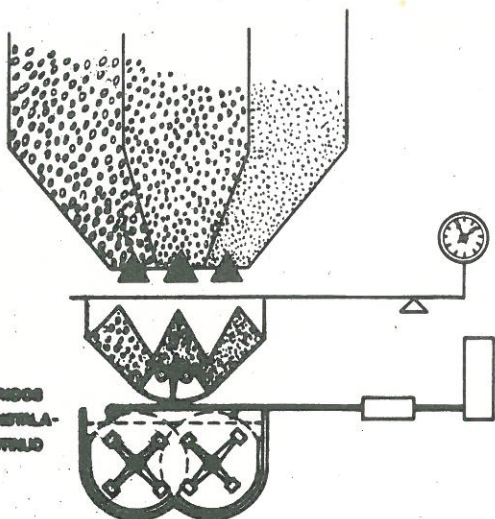
CAPACIDAD DE UN TANQUE DE SECCION ELIPTICA

Volumen = S x Longitud



**DOSIFICACION DE ÁRIDOS
Y LIGANTE EN UNA BASTA-
LACION DE TIPO CENTRALIZADO**

(Fig. 22)



La dosificación de los áridos se realiza pesando en un recipiente cada uno de los áridos de los silos en caliente, de manera sucesiva y acumulativa, hasta obtener el peso total para el amasijo. Este peso total está determinado por la capacidad del mezclador; y los pesos de cada uno de los áridos, por la proporción en que deben entrar para componer la granulometría total prevista en la fórmula de trabajo.

En la mayoría de las instalaciones, el filler se pesa como un árido más; pero hay algunas que poseen unas básculas adicionales exclusivas para este material.

Para comprobar la precisión de las balanzas el mejor procedimiento consiste en disponer de un conjunto de pesas, cuya suma sea aproximadamente $1/5$ a $1/10$ de la capacidad de la balanza.

Después de comprobar la limpieza de las cuchillas, planos, contrapesos y demás elementos de la balanza, se comienza por poner, convenientemente centrados en el recipiente, el conjunto de pesas, anotando la lectura exacta.

Se retiran las pesas, y se echa en el recipiente árido - hasta alcanzar la misma lectura; y a continuación se vuelven a colocar las pesas, y se anota esta segunda lectura; y así sucesivamente, hasta alcanzar la carga máxima.

Al mismo tiempo puede realizarse la comprobación de la - sensibilidad; para lo cual en cada operación se añade un peso del orden de la mínima graduación de la escala; y se comprueba si la balanza reacciona y acusa el sobrepeso.

Operación	Peso verdadero de las pesas más el árido (kg)	Lectura de la balanza	Error de la balanza	
			kg	% en peso
1	100	101	+ 1	+ 1
2	200	202	+ 2	+ 1
3	300	298	- 2	- 0,6
4	400	400	0	0
5	500	499	- 1	- 0,2
6	600	603	+ 3	+ 0,5

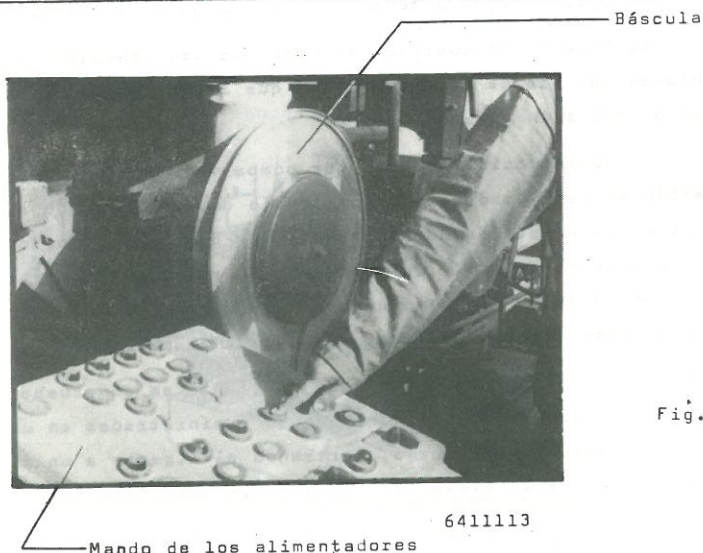


Fig. 24

3.3.8.1.2. Dosificación del ligante

El ligante se dosifica de diferentes maneras:

- a) - Por peso, es decir, llenando un recipiente hasta el peso necesario para el amasijo, y volcando el recipiente sobre la mezcladora.

- b) - Por medida directa del volumen, en cuyo caso el ligante se mide en un recipiente, que generalmente -- sirve de cuerpo de bomba para su inyección.
- c) - Por medida indirecta del volumen, mediante bombas - continuas de caudal constante, que suministran la - cantidad necesaria de ligante en un tiempo determi- nado, variando su velocidad de rotación.

EL LIGANTE DEBERA SER INTRODUCIDO UNIFORMEMENTE EN EL MEZ CLADOR; Y LAS VALVULAS QUE CONTROLAN SU ENTRADA NO DEBERAN - PERMITIR FUGAS NI GOTEOS.

En el caso a), el ligante cae por gravedad sobre la mez- cla de áridos y es distribuido sobre el mezclador por un sis- tema de barras de orificios.

En los casos b) y c) generalmente el ligante se incorpo- ra pulverizado, a mayor o menor presión según el sistema.

Si el ligante se dosifica en peso, la comprobación de la báscula se realiza de la misma forma que la de los áridos en cuanto a precisión y sensibilidad.

Si la dosificación se hace por bomba volumétrica, la com- probación se hace descargando, por medio de la llave que sue- len llevar para este especial objeto, una o varias emboladas en un recipiente tarado. La operación se repite para otras - varias cantidades, y se comprueba si las cantidades reales es- tán de acuerdo con las indicaciones por el dispositivo.

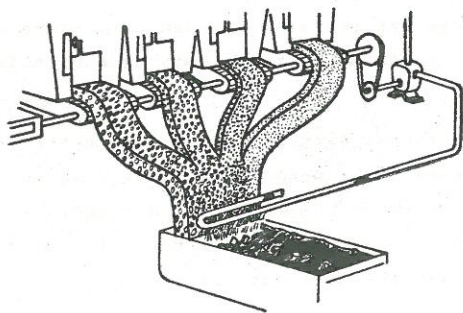
En el caso de bombas de caudal constante se comprueba, - para varias velocidades, las cantidades suministradas en un - periodo de tiempo determinado, vertiendo el ligante a un reci- piente tarado, de la misma forma que en el caso anterior.

Es muy importante tener en cuenta que el caudal de ligan- te suministrado por la bomba varfa con la temperatura, debido a la variación de densidad del ligante. Por ello, no sólo es imprescindible realizar el calibrado a la temperatura de tra- bajo, sino que la constancia de ésta se ha de vigilar muy ri- gurosamente, para mantener la constancia de la proporción de ligante.

En el caso de bombas de caudal constante es aún más necesario que la temperatura del ligante sea uniforme, porque --- aparte de la relación densidad/temperatura, el caudal suministrado por la bomba está muy afectado por la viscosidad del ligante; y ésta depende también de la temperatura. Las variaciones de viscosidad anejas a la variación de la temperatura producen en la cantidad de ligante variaciones mayores que -- las producidas por la variación de la densidad.

3.3.8.2. Instalaciones de fabricación de tipo continuo

Como su nombre indica, en las instalaciones de fabricación de tipo continuo, llegan al mezclador cada uno de los áridos, el filler y el ligante de una forma continua. Como es natural, los mecanismos de alimentación han de estar sincronizados, con objeto de que la cantidad de material suministrada en todo momento guarde las proporciones debidas (v. Fig 25).

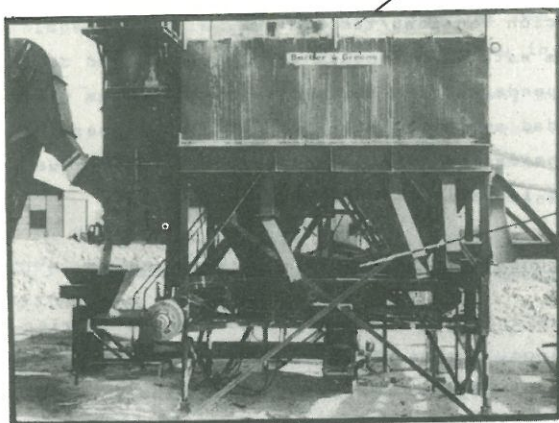


DOSIFICACION DE ARIDOS Y LIGANTE EN INSTALACIONES DE TIPO CONTINUO

(Fig. 25)

EN LAS INSTALACIONES DE TIPO CONTINUO, LOS SILOS DE ARIDO CLASIFICADO CALIENTE DEBERAN ESTAR PROVISTOS DE DISPOSITIVOS DE SALIDA, QUE PUEDAN SER AJUSTADOS EXACTAMENTE, Y MANTENIDOS EN CUALQUIER AJUSTE (v. Fig. 26).

Silos de los áridos en caliente



Dosificadores

Fig. 26

6411119

La dosificación de los áridos se consigue por medio de compuertas o trampillas calibradas que descansan sobre cintas transportadoras. Variando la abertura de la compuerta, varía la sección transversal de material arrastrado por la cinta hacia el mezclador.

Generalmente, todas las cintas se mueven a la misma velocidad; y el mecanismo común de accionamiento está conectado a la bomba del ligante.

La bomba empleada es del tipo de caudal constante; y, mediante distintos juegos de piñones en el sistema de acoplamiento, se consigue ajustar aproximadamente la proporción de ligante a la producción que se quiere obtener; el ajuste final se hace regulando esta última.

Una vez conseguidas las proporciones, aunque la velocidad del mecanismo de accionamiento común varía, las proporciones de los distintos componentes se mantienen fijas. Esto, que teóricamente es correcto, en la práctica exige ligeros reajustes.

LOS DISPOSITIVOS DE SALIDA DE ARIDOS DEBERAN SER CALIBRADOS, ANTES DE INICIAR LA FABRICACION DE UN TIPO DE MEZCLA, EN CONDICIONES REALES DE FUNCIONAMIENTO.

Los fabricantes de instalaciones de tipo continuo dan, generalmente, datos sobre la cantidad de ligante suministrado por la bomba por cada vuelta para determinadas condiciones de temperatura, y combinaciones de engranajes.

Estas instrucciones sirven de guía; pero no obstante es conveniente comprobar la cantidad de ligante suministrada a la temperatura de trabajo elegida, para distintas combinaciones de engranajes; y compararla con los datos del fabricante. Esta comprobación debe hacerse sobre todo con las combinaciones de engranajes que se estime que van a ser necesarias.

Para ello la mayoría de las instalaciones tienen una llave que permite desviar el ligante de cada embolada, o el suministrado en un tiempo determinado, a un recipiente tarado.

Hecha la comprobación, los datos obtenidos se pueden representar en un gráfico similar al de calibrado de los alimentadores de los silos de áridos en caliente.

Es muy importante tener en cuenta que el caudal de ligante suministrado por la bomba varía con la temperatura, debido a la variación de densidad del ligante. Por ello, no sólo es imprescindible realizar el calibrado a la temperatura de trabajo, sino que la constancia de ésta se ha de vigilar muy rigurosamente, para mantener la constancia de la proporción de ligante.

En el caso de bombas de caudal constante es aún más necesario que la temperatura del ligante sea uniforme, porque --- aparte de la relación densidad/temperatura, el caudal suministrado por la bomba está muy afectado por la viscosidad del ligante; y éste depende también de la temperatura. Las variaciones de viscosidad anejas a la variación de la temperatura producen en la cantidad de ligante variaciones mayores que las producidas por la variación de la densidad.

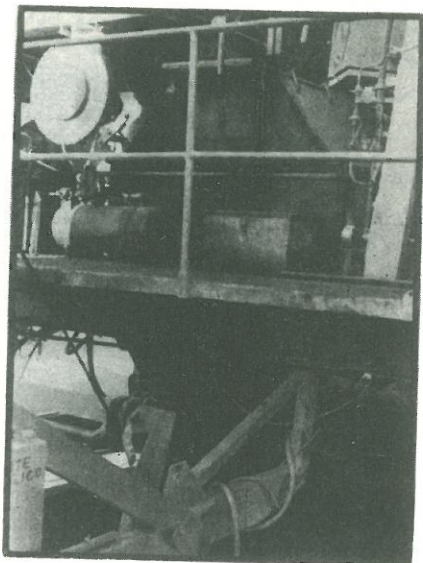
3.3.9. Mezclador

3.3.9.1. Instalaciones de tipo discontinuo

La mayoría de las instalaciones de fabricación de tipo -

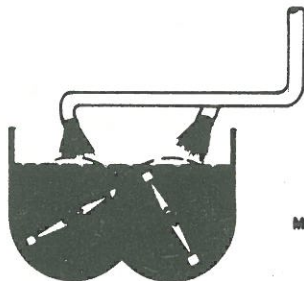
discontinuo emplean -- mezcladoras de ejes gemelos (v. Fig. 27), -- que consisten en dos -- ejes paralelos provistos de paletas. Al girar en sentido contrario, las paletas baten y mueven la mezcla por todo el recipiente (v. Fig. 28 y 29). En -- otras instalaciones, -- los ejes, gemelos por su disposición, lanzan la mezcla hacia arriba.

En cualquiera de los casos, el mezclador ha de estar en buenas condiciones mecánicas; es decir, sin -- holguras ni desgastes excesivos que alteran las luces entre las propias paletas, y entre éstas y las paredes del mezclador. Es aconsejable no -- dejar que dichas luces rebasen la mitad del tamaño máximo del árido utilizado.



6411111

Fig. 27



**MEZCLADORA DE EJES
GEMELOS**

Fig. 28



Fig. 29

6411118

El trabajar tanto con menos, como con más material es -- contraproducente. En el caso de las mezcladoras descritas en primer lugar, las puntas de las paletas deben asomar ligeramente por encima de la masa.

La eficacia de la mezcla, y por tanto el tiempo de batido, están afectadas por el orden en que llegan los distintos áridos al mezclador, y por la mejor o peor distribución del ligante sobre la masa de áridos. Para conseguir esta máxima eficacia, se puede variar el orden de la pesada de los áridos; siendo recomendable que se efectúe por orden decreciente de tamaños; o, si fuera necesario, se prescribirá un tiempo de mezcla en seco antes de añadir el ligante, a fin de que éste caiga sobre una masa homogénea.

El tiempo de mezcla debe ser el más corto posible, compatible con una mezcla homogénea. Para su determinación, es -- ótil el método de la cuenta Ross (v. pág. 98). La tendencia actual es forzar la presión de inyección, con objeto de que el tiempo de inyección del ligante sea prácticamente el de batido; además se utiliza una mayor velocidad de las paletas, y una forma y disposición apropiadas para hacer más enérgico el batido de la masa.

3.3.9.2. Instalaciones de tipo continuo

Las instalaciones de tipo continuo también operan casi todas con un mezclador de ejes gemelos. En esencia, su funcionamiento es idéntico a las de tipo discontinuo; con la diferencia de estar abierto uno de sus frentes, por donde se efectúa la descarga mediante una compuerta regulable, que permite variar la altura de la masa en el mezclador (v. Fig. 30 y 31).

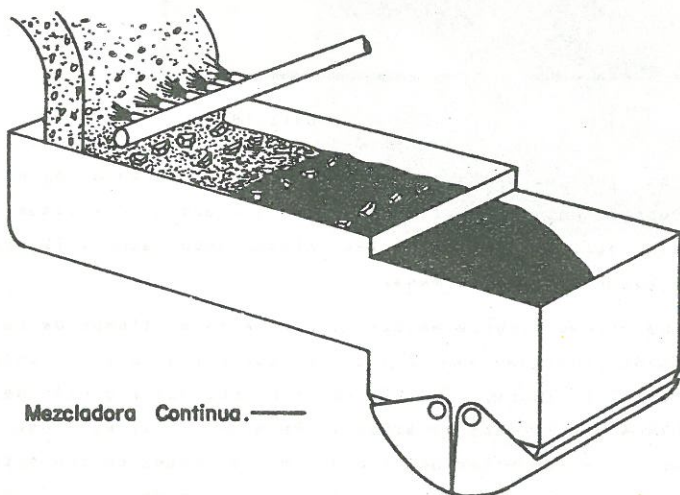


Fig. 30

Su longitud es también mayor que la de las mezcladoras de tipo discontinuo: por un extremo entran los áridos, y en la primera parte se realiza la mezcla en seco; sucesivamente se inyecta el betón, y se completa el batido antes de la descarga. La masa entretanto va avanzando merced a la inclinación dada a las paletas.

Para lograr homogeneidad en la mezcla, se regula el tiempo que permanece en el mezclador, por medio de la compuerta de descarga; o bien, en el caso de algunas instalaciones, variando la inclinación o velocidad de las paletas. El tiempo teórico de batido es igual al cociente entre la capacidad del



Fig. 31

6411117

mezclador y la producción. También a este tipo de instalaciones es aplicable lo expuesto anteriormente para instalaciones discontinuas, sobre tiempo mínimo necesario para lograr una - envuelta suficiente.

3.3.10. Descarga del mezclador

Según el tipo de instalación la mezcla puede:

- caer directamente al camión
- caer a una cinta transportadora, o a un cangilón que - la descarga al camión, o en un silo de almacenamiento desde donde se vierte al camión.

En todo caso se ha de tener en cuenta que cuanto mayor - sea la altura de descarga, mayor es el peligro de que la mezcla se segregue; y que hay que evitar el exceso de altura -- del cono de material, porque la favorece.

En el caso de emplear una cinta, además, ha de prestarse atención a una forma especial de segregación e incluso de empobrecimiento de finos de la mezcla: la cinta, por su velocidad, tiende a lanzar más lejos las partículas más gruesas; y, por otro lado, los finos tienden a adherirse a la cinta; con

lo que el rascador que la limpia tiende a depositar estos finos en la parte opuesta a los gruesos lanzados. Cuando no -- funciona correctamente el rascador, los finos se pierden durante el retorno. Para evitar estos inconvenientes, la velocidad de la cinta ha de ser la menor posible; el rascador de be funcionar perfectamente; y hay que evitar la adherencia -- de los finos a la correa, lubricándola con una pequeña cantidad de solución jabonosa.

En el caso de emplear un silo, las segregaciones pueden producirse al descargar el cangilón en el mismo; sobre todo al comenzar a llenarse, cuando la altura de descarga es máxima. Para evitarlo en lo posible, los silos tienen una forma apropiada (v. Fig 32). Cangilón

Los silos sug len estar calefac- tados y/o aislados, pero es preciso -- comprobar que el -- material no sufre pérdidas excesivas de temperatura.

Durante la -- descarga al camión hay que evitar, co mo en los casos an teriores, la forma ción de "ángulos -- muertos", y la altura excesiva del cono.



Silo de mezcla

Fig. 32

6411104

3.3.11. Elementos de transporte

CONSISTIRAN EN CAMIONES DE CAJA LISA Y ESTANCA, PERFECTAMENTE LIMPIA; Y QUE DEBERA TRATARSE CON UN PRODUCTO, CUYA --

COMPOSICION Y DOTACION DEBERAN HABER SIDO APROBADAS POR EL INGENIERO DE CONSTRUCCION, PARA EVITAR QUE LA MEZCLA SE ADHIERA A ELLA.

La cantidad empleada debe ser la mínima, sobre todo en el caso de gasoil.

DEBERAN ESTAR PROVISTOS DE UNA LONA O COBERTOR, ADECUADO PARA PROTEGER LA MEZCLA CALIENTE DURANTE SU TRANSPORTE.

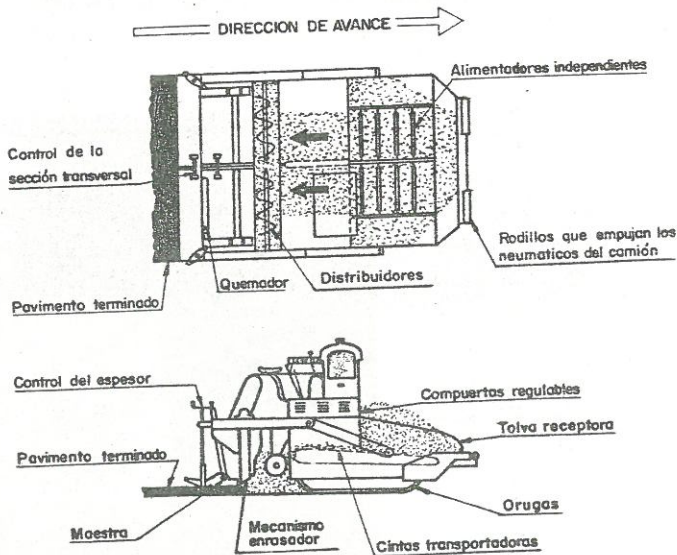
3.3.12. Puesta en obra de la mezcla

La correcta extensión y compactación de la mezcla es el objetivo final de todas las operaciones.

Para realizarlo se dispone de las extendedoras y los compactadores.

3.3.12.1. Extendedoras

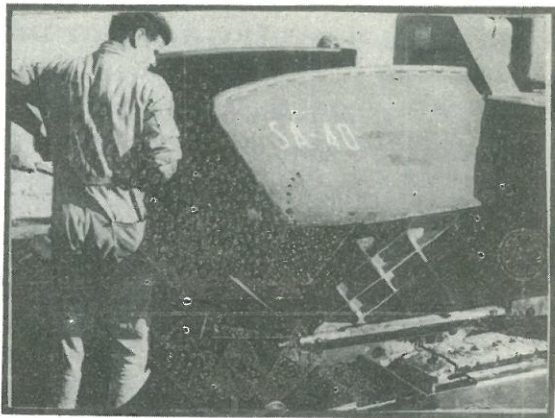
La extendidora es la máquina empleada para distribuir de



ESQUEMA DE UNA EXTENDEDORA PARA PAVIMENTOS BITUMINOSOS

manera uniforme, y generalmente con cierto grado de compactación inicial, la mezcla bituminosa.

Deberá ser capaz de extender, a una velocidad determinada, la cantidad suficiente de mezcla para que este equipo no produzca retrasos. La "velocidad determinada", será tal que el enrasador de la extendidora reparta, vibre y compacte inicialmente de forma adecuada, tomando nota de dicha velocidad para que no se sobrepase durante el trabajo.



6411130 Fig. 34

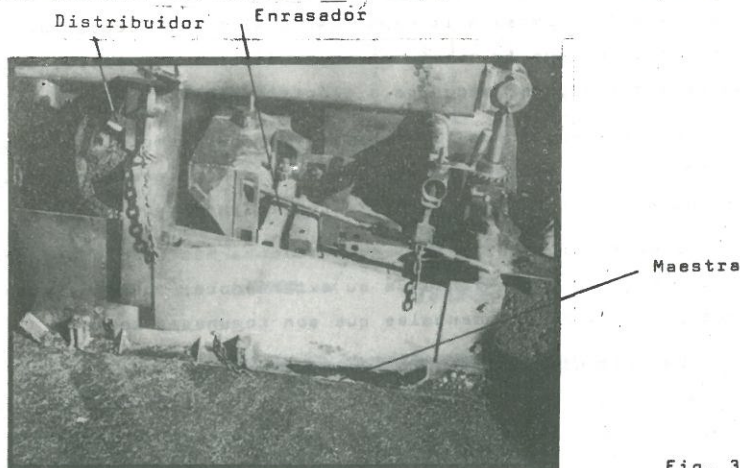
La mayoría de las extendedoras constan de dos partes: el vehículo tractor, y el dispositivo de extensión y eventual compactación de la mezcla (v. Fig 33).

El vehículo tractor consiste en un bastidor especial, dotado de orugas o neumáticos, sobre el cual va montada la tolva de recepción de la mezcla (v. Fig 34); a continuación de ella, un dispositivo para hacer pasar la mezcla a la parte posterior donde un distribuidor (v. Fig 35) la reparte uniformemente delante del dispositivo de extensión.



6411128 Fig 35

Este consta de una maestra, que generalmente lleva en el frente de avance un dispositivo enrasador, cuya forma, en alzado, es de cuña (v. Fig. 36); todo ello soportado por dos brazos que se apoyan pivotando, en dos soportes del vehículo tractor. El conjunto bascula, permitiendo la regula---

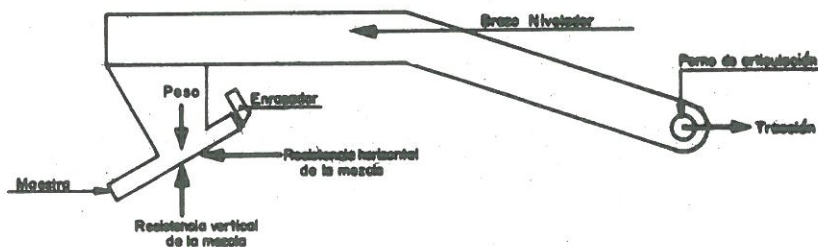


Maestra

Fig. 36

6411129

ción del espesor de la capa a extender, variando el ángulo de ataque de la maestra; y amortiguando y tendiendo a corregir las irregularidades de la rasante longitudinal de la superficie subyacente (v. Fig. 37).



FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE LA MAESTRA DURANTE LA EXTENSION

Fig. 37

El dispositivo enrasador tiene como misión el dejar la mezcla distribuida a un nivel ligeramente inferior al del --

borde de ataque de la maestra; forzándola a pasar por debajo de la misma; y permitiendo que ésta avance sin obstáculos, y ejerza su acción de planchado al ser arrastrada por el --- vehículo tractor.

El centro de la maestra posee una articulación regula-- ble, para dar bombeo a la capa cuando ello sea necesario. Con objeto de que la mezcla no se adhiera a la maestra, ésta va calefactada, por mecheros o eléctricamente.

La calefacción de la maestra no se debe emplear para ca-- lentar mezclas frías. El uso indebido de la calefacción pug-- de quemar el ligante en contacto con la maestra.

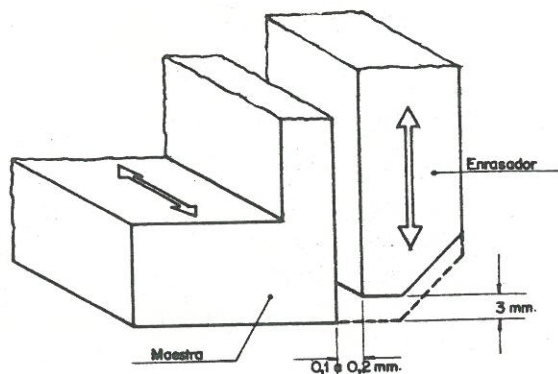
Cada fabricante da las instrucciones más adecuadas para el correcto funcionamiento de su extendedora; pero existen unos principios fundamentales que son comunes a todas.

La alimentación desde la tolva debe regularse con gran cuidado, con objeto de que siempre exista delante de la maes-- tra, y en toda su longitud, material suficiente. Los distri-- buidores que reparten la mezcla deben funcionar lo más cons-- tantemente posible. Para ello, debe haber una relación ade-- cuada entre las aberturas de las compuertas de salida de la tolva y la velocidad de la extendedora. Lo ideal es que los distribuidores permanezcan cubiertos, en toda su longitud, - hasta los 2/3 de su altura; pues en caso contrario se produ-- cirán faltas o segregaciones del material.

El dispositivo enrasador, por su funcionamiento, o por el movimiento vertical de que va dotado en ocasiones, ejerce a la vez una mayor o menor pre-compactación de la mezcla (v. Fig. 38).

SE COMPROBARA QUE LOS AJUSTES DEL ENRASADOR Y DE LA --- MAESTRA SE ATIENEN A LAS TOLERANCIAS MECANICAS ESPECIFICADAS POR EL FABRICANTE; Y QUE DICHOS AJUSTES NO HAN SIDO AFECTA/ DOS POR EL DESGASTE.

El borde inferior del enrasador debe sobrepasar ligera-- mente, en su carrera vertical cuando tiene movimiento, el bor-- de de ataque de la maestra; no debe presentar desgastes di-- ferenciales, y conservar su forma. Al desgastarse, o al no -



ESQUEMA DEL MOVIMIENTO DEL ENRASADOR Y MAESTRA

Fig. 38

sobrepasar debidamente el borde de ataque de la maestra, no ejerce bien su acción enrasadora: la maestra arrastra la mezcla, y sobre todo a los áridos más gruesos; dejando detrás de ellos huecos provocados por el arrastre.

Cuando el dispositivo enrasador sobrepasa excesivamente el borde de ataque de la maestra, aparte de impedir la acción de planchado de ésta en todo su ancho, hace que se vaya acumulando en su superficie la pasta más fina de la mezcla; la cual se desprende ocasionalmente, dejando acumulaciones de mortero en la superficie.

Para el adecuado funcionamiento, es preciso también que la separación entre el enrasador y el borde de ataque de la maestra sea correcta: ni excesiva, que haga que se interponga pasta fina del material, y dificulte el movimiento del enrasador; ni poca, porque el roce crea virutas y protuberancias en el borde de la maestra, que afectan al acabado de la superficie.

SI A LA EXTENDEDORA PUEDEN ACOPLARSE PIEZAS PARA AUMENTAR SU ANCHO; ESTAS DEBERAN QUEDAR PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LAS CORRESPONDIENTES DE LA MAQUINA.

3.3.12.2. Compactadores

La capa de mezcla extendida ha de compactarse hasta alcanzar la densidad prevista.

EL NUMERO MINIMO DE COMPACTADORES QUE DEBERAN UTILIZARSE SERA DE DOS (2). CUANDO LA VELOCIDAD DE EXTENSION SEA SUPERIOR A LAS SETENTA Y CINCO TONELADAS POR HORA (75 t/h) SE UTILIZARA UN (1) COMPACTADOR MAS POR CADA FRACCION DE CINCUENTA TONELADAS POR HORA (50 t/h) QUE EXCEDA DE LAS SETENTA Y CINCO (75).

Se emplean en la compactación la mayoría de los tipos existentes de compactadores: rodillos de tres ruedas (v. Fig. 39), o de tres ejes, tandem (v. Fig. 40), de neumáticos (v. Fig. 41), y vibrantes.

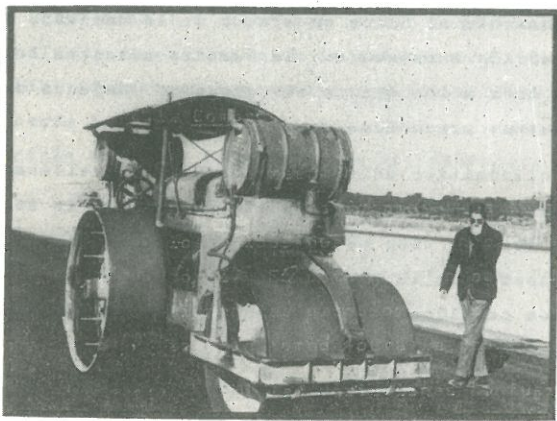


Fig. 39

6411123

Los rodillos estáticos de tres ruedas, tandem, o tres ejes son los más empleados. Los rodillos de neumáticos, según su presión y velocidad, pueden sustituir a los anteriores.

Los rodillos vibrantes, según su peso, número de ruedas,



Fig. 40

6411124

y amplitud de vibración, pueden usarse en sustitución de --- cualquiera de los anteriores; aunque se emplee para estos - fines es reciente, y debe estudiarse previamente con ensayos en el tramo previsto a estos efectos.

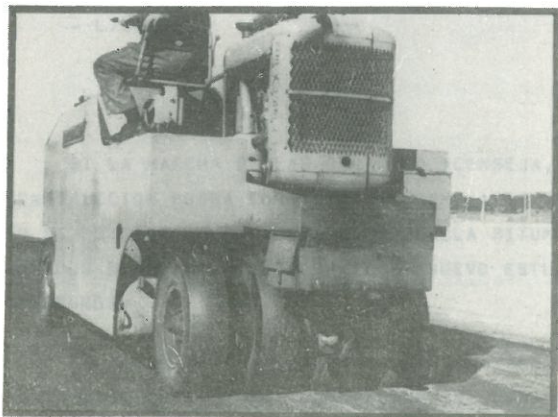


Fig. 41

6411122

LOS EQUIPOS AUTOPROPULSADOS DE LLANTA METALICA NO DEBE-
RAN PRESENTAR SURCOS NI IRREGULARIDADES EN LAS MISMAS; Y ES
TARAN PROVISTOS DE DISPOSITIVOS PARA LIMPIARLAS Y MANTENER--

LAS HUMEDAS DURANTE SU FUNCIONAMIENTO. SU PESO NO DEBERA PRODUCIR EL MACHAQUEO DE LOS ARIDOS, NI EL ARROLLAMIENTO DE LA -- MEZCLA CALIENTE.

NO SE PERMITIRA EL USO DE COMPACTADORES DE NEUMATICOS DE RUEDAS OSCILANTES PARA LA COMPACTACION INICIAL.

4. PUESTA A PUNTO DE LA INSTALACION Y OBTENCION DE LA FORMULA DE TRABAJO

LA PUESTA EN OBRA DE LA MEZCLA NO DEBERA INICIARSE HASTA QUE SE HAYA ESTUDIADO Y APROBADO SU CORRESPONDIENTE FORMULA DE TRABAJO.

DICHA FORMULA SEÑALARA, EXACTAMENTE:

- GRANULOMETRIA DE LOS ARIDOS COMBINADOS POR LOS TAMI--
CES ASTM SIGUIENTES: 3", 1½", 1", ¾", ½", ⅜",
4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100 y # 200.
- EL TANTO POR CIENTO (%), EN PESO DEL TOTAL DE LA MEZ
CLA, DE LIGANTE BITUMINOSO A EMPLEAR.

LAS TOLERANCIAS ADMISIBLES, RESPECTO DE LA FORMULA DE -
TRABAJO, SERAN LAS SIGUIENTES:

- CERNIDO POR TAMICES SUPERIORES AL # 8 ASTM	- ± 4 %	} DEL PESO TOTAL DE ARI- DOS.
- CERNIDO POR TAMICES COMPRENDIDOS ENTRE EL # 8 ASTM Y EL # 200 ASTM	- ± 3 %	
- CERNIDO POR TAMIZ # 200 ASTM	- ± 1,5%	
- LIGANTE	- ± 0,3%	DEL PESO TOTAL DE LA MEZCLA

SI LA MARCHA DE LAS OBRAS LO ACONSEJA, EL INGENIERO DE CONSTRUCCION PODRA CORREGIR LA FORMULA DE TRABAJO, CON OBJETO DE MEJORAR LA CALIDAD DE LA MEZCLA BITUMINOSA; JUSTIFICANDOLO DEBIDAMENTE, MEDIANTE UN NUEVO ESTUDIO Y LOS ENSAYOS OPORTUNOS.

La dosificación proyectada en laboratorio es la base de la fórmula de trabajo. Generalmente, por ligeras variaciones en la granulometría de los áridos, y porque la dosificación última de la mezcla ha de hacerse con los materiales cribados por la instalación de fabricación, no siempre se puede reproducir la granulometría proyectada en laboratorio.

Es por tanto necesario obtener, con la instalación de fabricación, una fórmula de trabajo lo más semejante a la dosificación proyectada en laboratorio.

La obtención de la fórmula de trabajo debe simultanearse con la puesta a punto de la instalación de fabricación. Para ello, las fases de la operación son las siguientes:

- Comprobación de la granulometría de los áridos acopiados.
- Calibrado de la alimentación en frío.
- Ajuste de la dosificación en frío.
- Comprobación de la granulometría de los áridos combinados a la salida del secador; de la del polvo recuperado; y de la de los áridos unificados en caliente.
- Ajuste del ligante.
- Determinación de las características de la mezcla fabricada.
- Control de temperaturas.
- Control de tiempo de mezcla.

4.1. Comprobación de la granulometría de los áridos acopiados

Se resumen en un gráfico (v. Fig 42) las granulometrías medias de los acopios y se comperan con la granulometría de los áridos que sirvieron para hacer la dosificación de laboratorio. En este gráfico se pueden estimar las variaciones que tienen las granulometrías de los áridos acopiados con respecto a la tomada para la dosificación.

Si las variaciones no fueran muy grandes se pueden dar por buenos los acopios y pasar a poner a punto la instalación.

Si las granulometrías medias de los áridos acopiados no son iguales a las granulometrías que sirvieron de base para hacer la dosificación en el Laboratorio, se vuelve a encajar la granulometría total en el huso, siguiendo el procedimiento antes descrito (v. 3.1.2.).

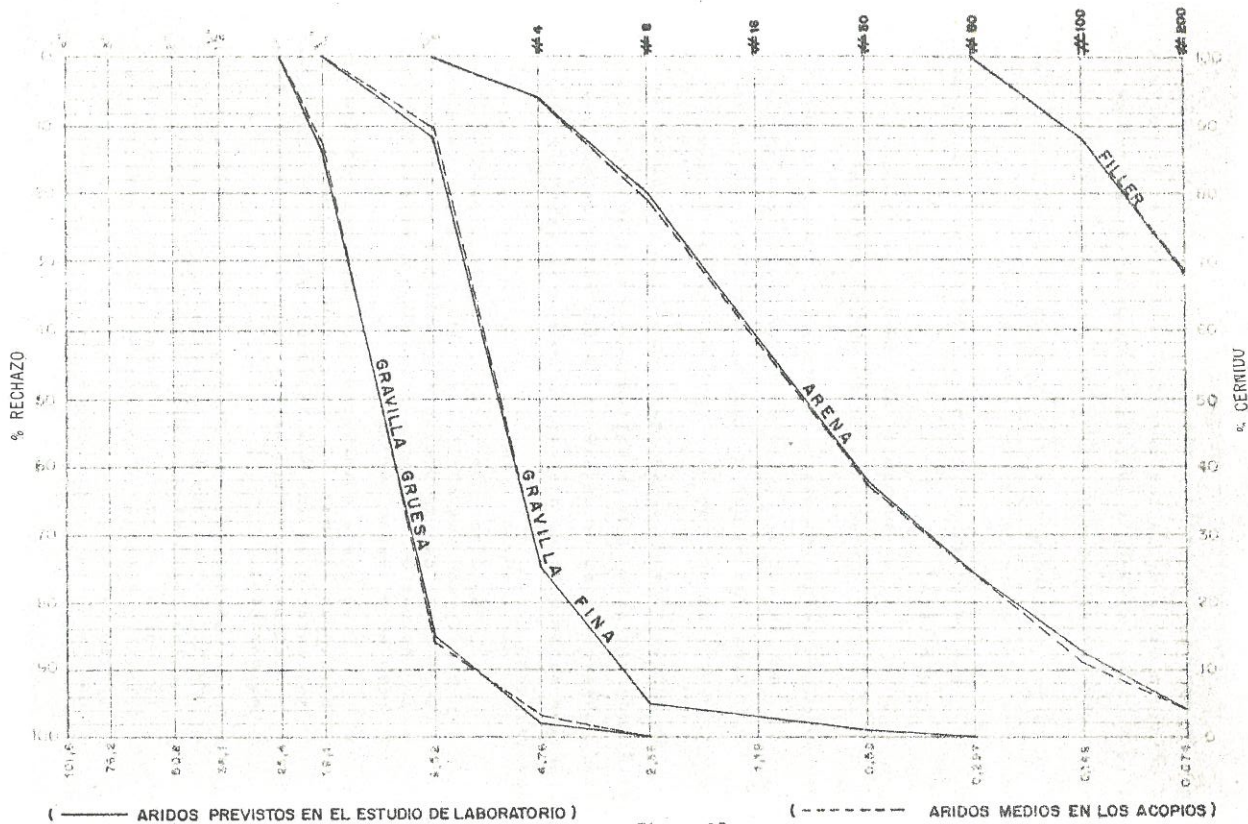


Fig. 42

Con objeto de estimar como pueden influir las variaciones de la granulometría de los áridos en la dosificación, y de ello deducir las medidas más pertinentes a tomar durante la puesta a punto de la instalación, obtención de la fórmula de trabajo, y control, o incluso rechazar algún árido, es -- conveniente hacer los siguientes tanteos:

Con las proporciones definitivas se calculan las granulometrías totales de la mezcla, suponiendo:

1ª - que la granulometría de los áridos es la correspondiente a

- a) su oscilación máxima superior
- b) su oscilación máxima inferior

2ª - que todos los áridos, menos uno, tienen la granulometría media; y que el árido restante tiene la máxima y la mínima de las desviaciones; repitiéndose la operación para cada uno de los áridos.

Se aconseja comparar las granulometrías obtenidas con -- los áridos variados, con la correspondiente a los áridos medios; observando si la diferencia entre ellas rebasa las tolerancias establecidas, o si las primeras se salen del huso especificado.

En el cuadro de la pág. 75 y figuras 43 a 47 -- puede apreciarse cómo pueden afectar a la granulometría total de las variaciones máximas de cada uno de los áridos en el caso más importante de que todos varien en el mismo sentido.

Como puede observarse, aun contando con las variaciones máximas, la curva queda encajada en el huso, excepto en los tamices # 50, # 100 y # 200, y -- prácticamente dentro de las tolerancias para la granulometría.

Las desviaciones en los tamices de # 50, # 100 y # 200 no son graves, debido a que este material -- proviene de la fracción fina presente en los áridos; la cual es en gran parte separada por el colector durante el proceso de secado; y puede variarse independientemente, con lo que es posible corregir las -- desviaciones por defecto o exceso de la misma.

VARIACIONES DE LA GRANULOMETRIA TOTAL PRODUCIDA POR
LA VARIACION DE LA GRANULOMETRIA DE LOS ARIDOS

		1"	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200
Límite superior del huso		100	100	80	65	50	30	23	15	8
Límite inferior del huso		100	80	60	48	35	19	13	7	0
Variación de la grava gruesa	Superior	100	97,4	72,1	57,76					
	Media(F.T.)	100	95,7	70,1	54,8	42,83	22,86	16,28	9,10	5,33
	Inferior	100	93,7	67,7	53,8					
Variación de la grava fina	Superior			71,0	55,9	43,73				
	Media(F.T.)	100	95,7	70,1	54,8	42,83	22,86	16,28	9,10	5,33
	Inferior			69,2	54,1	42,13				
Variación de la arena	Superior				56,7	45,65	26,15	20,04	12,86	9,09
	Media(F.T.)	100	95,7	70,1	54,8	42,83	22,86	16,28	9,10	5,33
	Inferior				51,5	39,08	18,69	12,99	6,28	3,45
Variación del filler	Superior								9,4	5,63
	Media(F.T.)	100	95,7	70,1	54,8	42,83	22,86	16,28	9,10	5,33
	Inferior								8,85	5,08
Variación de todos los áridos	Superior	100	97,4	73,0	60,76	46,55	26,15	20,04	13,26	9,39
	Media(F.T.)	100	95,7	70,1	54,8	42,83	22,83	22,86	9,10	5,33
	Inferior	100	93,7	66,9	49,8	38,38	18,69	12,99	6,03	3,20

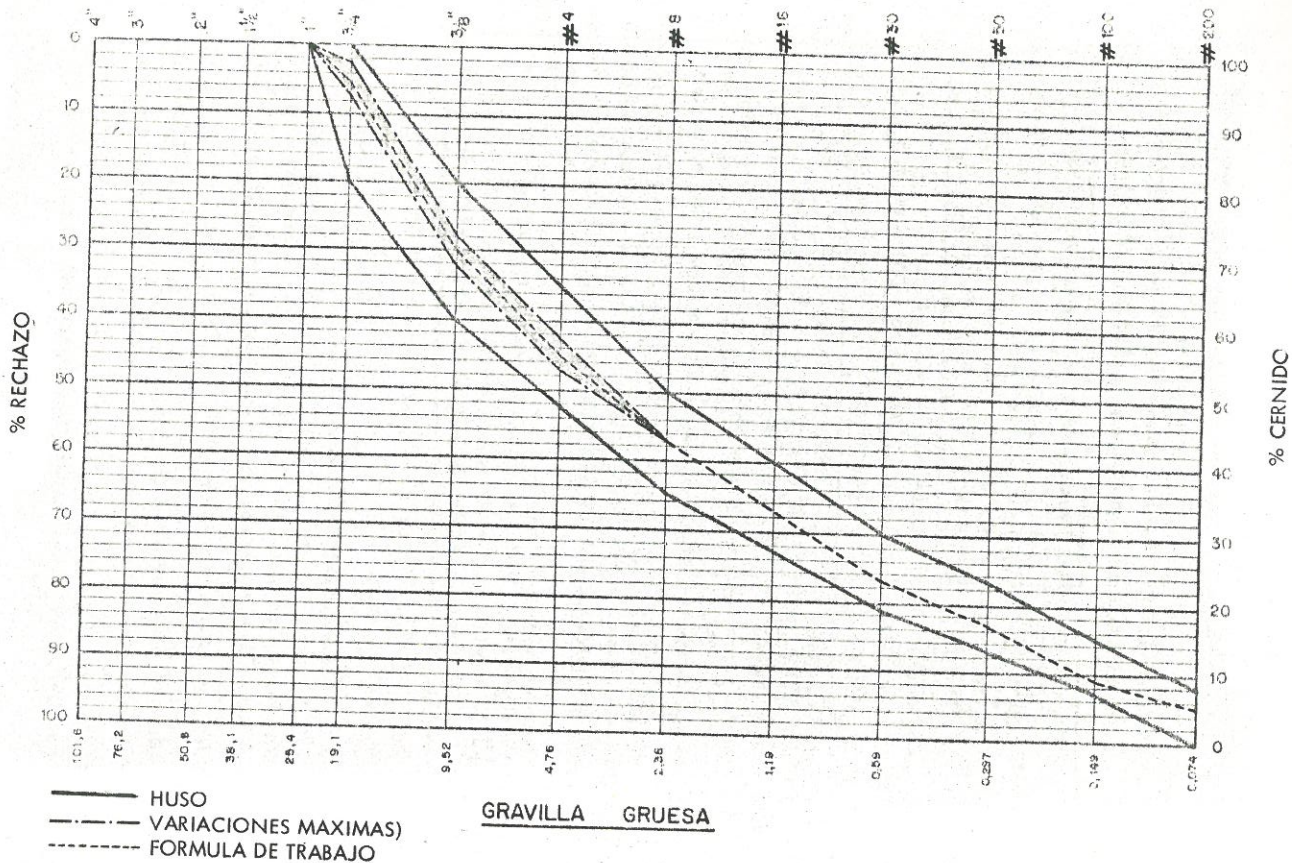
F.T. = Fórmula de trabajo.

4.2. Calibrado de la alimentación en frío

Una vez obtenidas las proporciones de la dosificación, la primera fase de la puesta a punto de la instalación es el calibrado de los silos de alimentación en frío.

Se procede a cargar cada silo con el árido correspondiente; y a continuación se realiza el calibrado de cada uno de ellos, el cual consiste en determinar la curva de caudal suministrado para las distintas regulaciones del dispositivo alimentador.

(F 19-43)

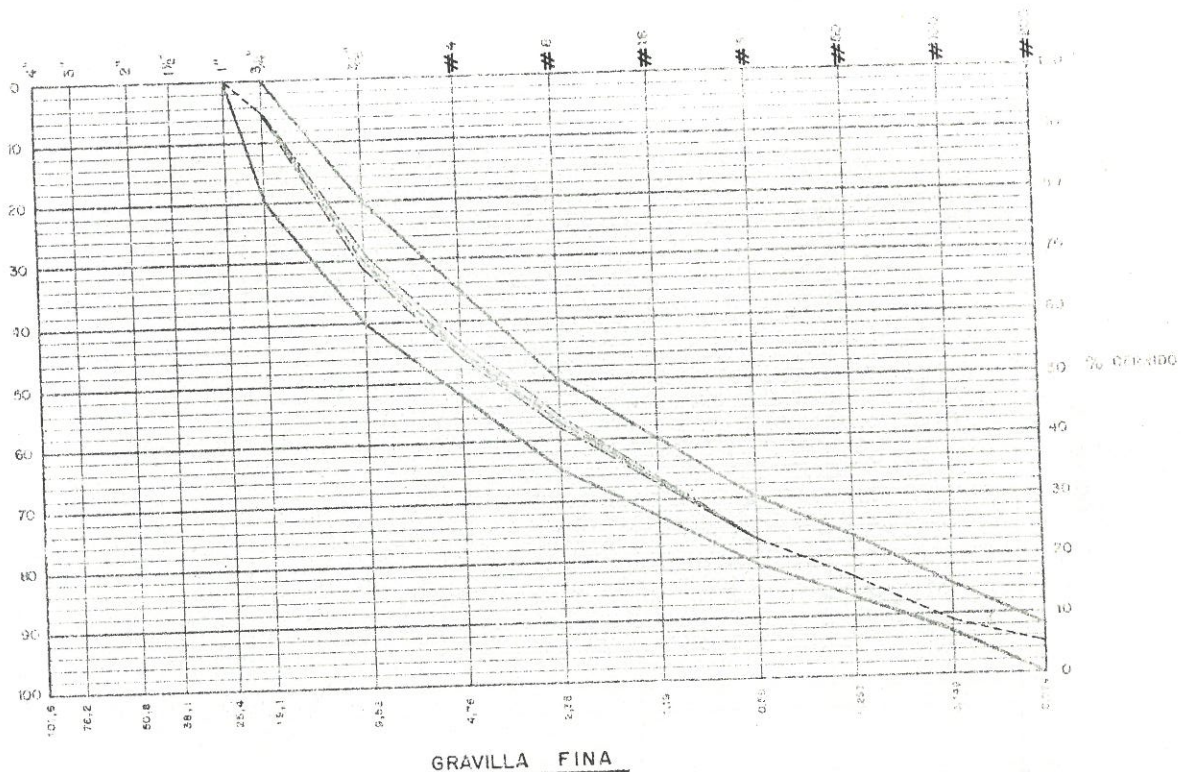


GRAVILLA GRUESA

- HUSO
- - - VARIACIONES MAXIMAS)
- · · FORMULA DE TRABAJO

%
RECHIZO

(FIG. 44)

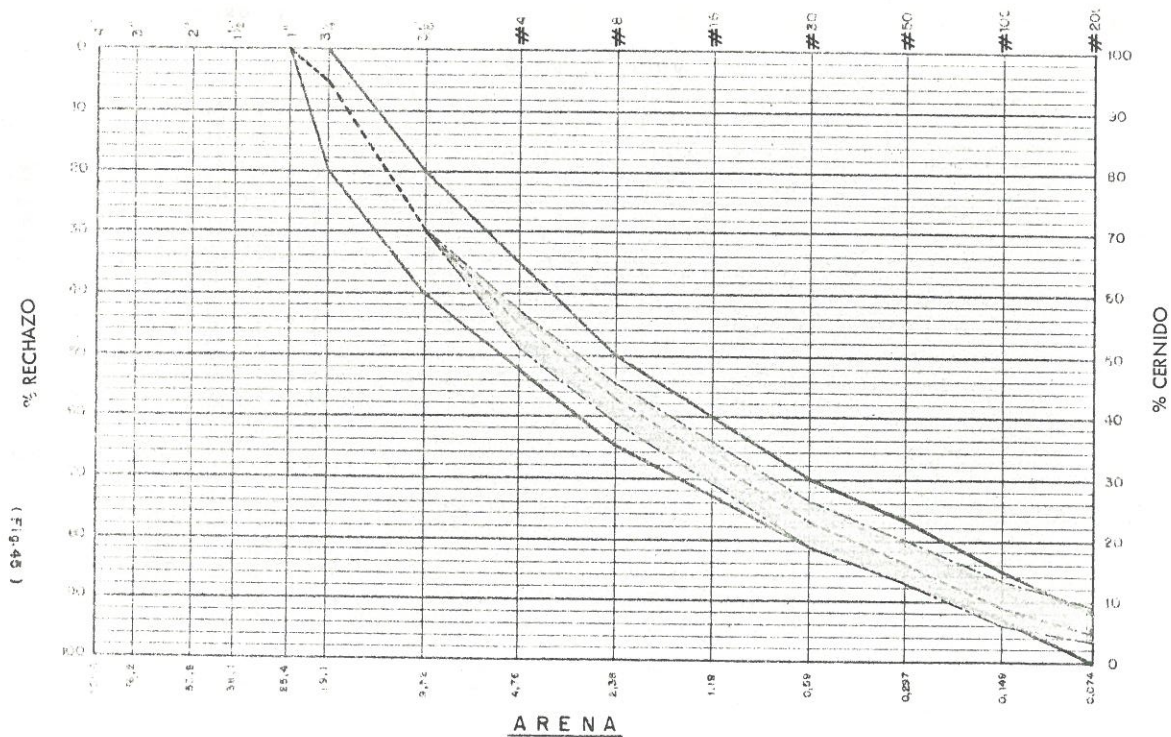


HUSO)

GRAVILLA FINA

(-----) FORMULA DE TABADA

(-----) VARIACIONES REALES



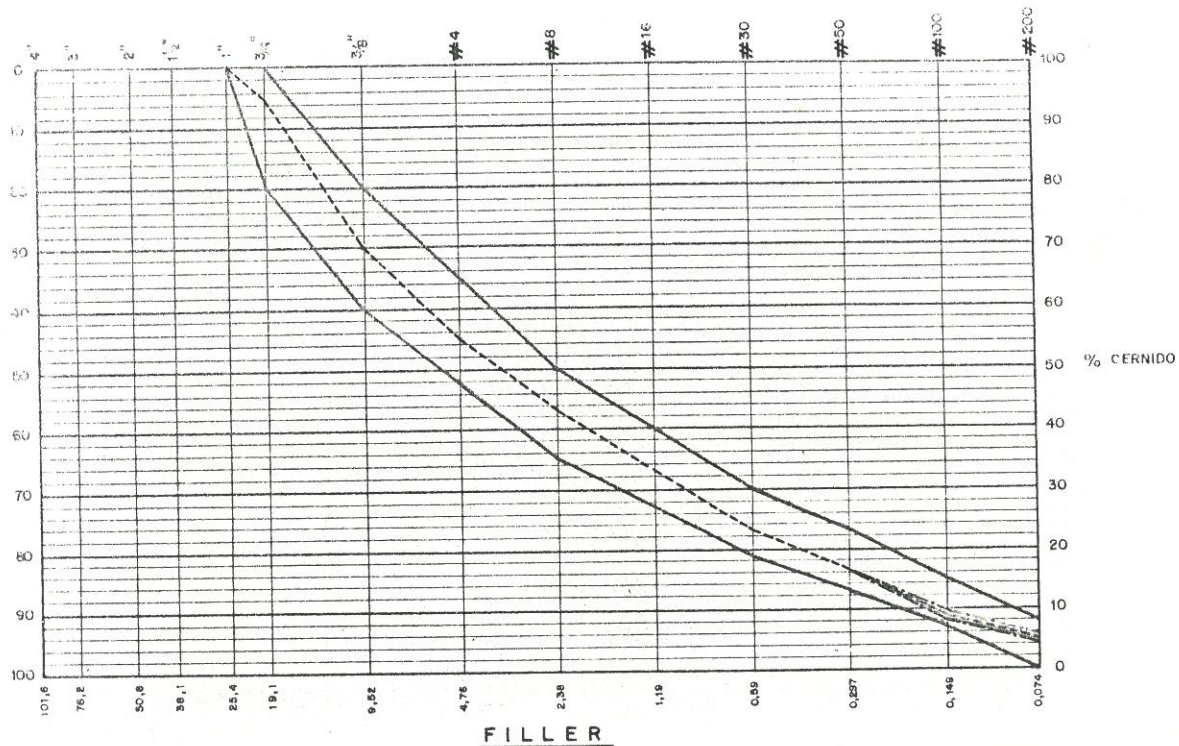
MUSO

(-----) FORMULA DE TRABAJO

(————) VARIACIONES MAXIMAS

%
RECHAZO

(Fig. 48)

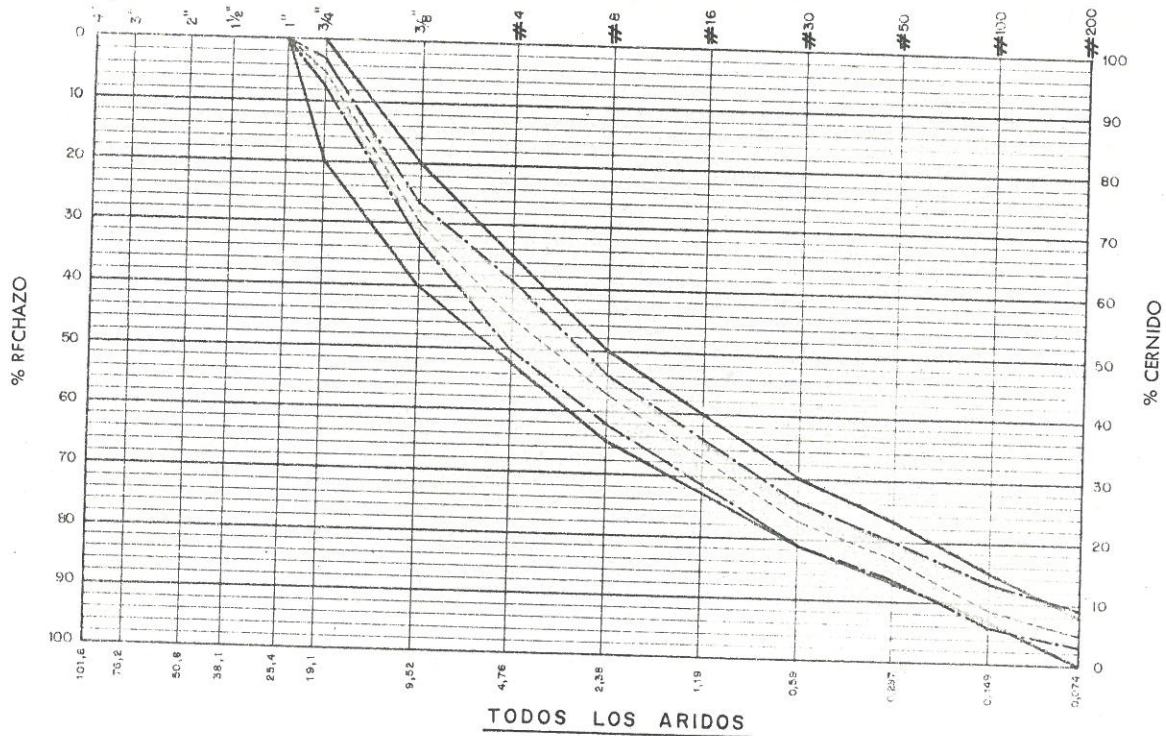


(-----) HUSO)

(-----) FORMULA DE TRABAJO)

(-----) VARIACIONES MAXIMAS)

(47-011)



HUSO

(- - - - -) FORMULA DE TRABAJO

(———) VARIACIONES MAXIMAS

En el caso de que haya dos variables a tener en cuenta - el mejor procedimiento consiste en comenzar por una abertura de la compuerta que cumpla la condición de ser $1\frac{1}{2}$ ó 2 veces - mayor que el tamaño máximo; y, modificando la otra variable, obtener 4 ó 5 puntos de la curva caudal/otra variable (variación de velocidad de cinta, amplitud de vaivén o frecuencia - de la vibración).

Se repite el calibrado para otras aberturas de compuerta, y todo el proceso para cada uno de los silos.

Para hacer cada una de estas determinaciones, se pone en marcha el dispositivo de alimentación de uno de los silos; se deja salir el material hasta que el dispositivo se pone a régimen; y se procede, bien a recoger directamente en un recipiente el material suministrado en un tiempo determinado, pesándolo a continuación o bien, conociendo la velocidad de la cinta de recogida, a parar ésta y pesar el material existente en una longitud dada.

Cada determinación debe hacerse, al menos, por duplicado. El silo deberá hallarse lleno por encima de un nivel mínimo, correspondiente, por lo general, a los $3/4$ de su capacidad.

Como la humedad del árido tiende a compactarlo y todos - estos sistemas de dosificación son volumétricos, las variaciones de humedad de un día para otro o dentro del mismo día --- tienden a variar la cantidad suministrada, sobre todo en los áridos más finos; lo que habrá de tenerse en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

Con este calibrado se dispone de una serie de gráficos - que permiten seleccionar el ajuste de cada dispositivo alimentador para obtener un caudal determinado de cada árido.

4.3. Ajuste de la dosificación en frío

Se está entonces en condiciones de poder ajustar la dosificación en frío para una determinada producción.

Elegida ésta y teniendo en cuenta la proporción de cada árido, obtenida en el estudio de dosificación, se fijan, sir-

viéndose de los gráficos de calibrado previamente obtenidos, las regulaciones de los dispositivos de alimentación de cada uno de los silos.

Arido	Regulación del alimentador	Tiempo (s)	Medida de Pesos (kg)	Caudal (t/h)
G. gruesa	2	15	17,5	4,2
"	5	10	30,6	11,0
"	8	7	48,7	25,0
"	12	5	61,2	44,2
G. fina	2	15	16,3	3,9
"	5	10	26,7	9,6
"	8	7	45,6	23,4
"	12	5	57,6	41,5
Arena	2	15	12,1	3,9
"	5	10	20,1	7,3
"	8	7	38,7	19,8
"	12	5	50,5	36,4
Filler	2	15	2,50	0,6
"	5	10	4,72	1,7
"	8	7	5,83	3,2
"	12	5	5,9	4,3

Suponiendo que la producción de la instalación - son 70 t/h necesitaremos de cada tamaño:

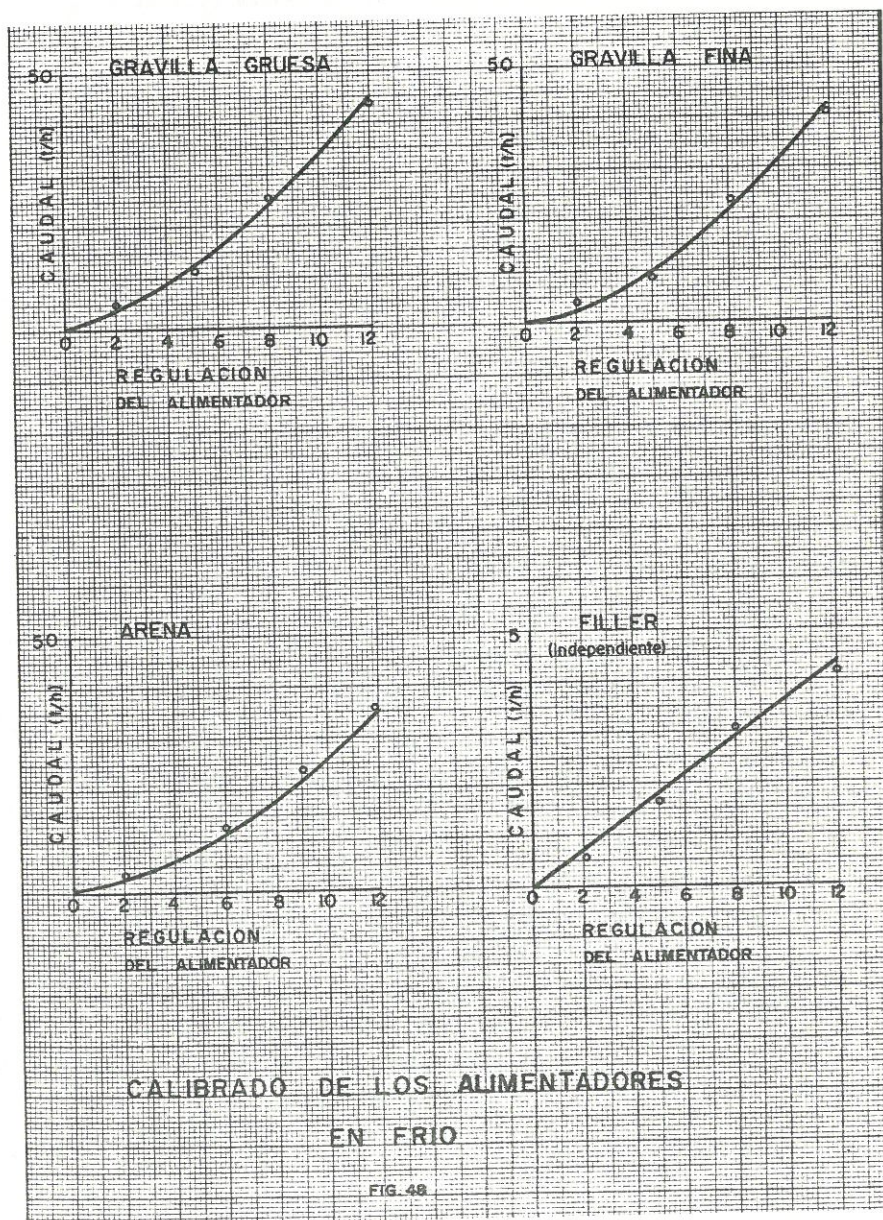
Gravilla gruesa	$70 \times 0,33 = 23,1$ t/h
Gravilla fina	$70 \times 0,15 = 10,5$ t/h
Arena	$70 \times 0,47 = 32,9$ t/h
Filler	$70 \times 0,05 = 3,5$ t/h

Los puntos correspondientes de regulación según la curva de calibrado (v. Fig. 48) son:

Gravilla gruesa	23,1 t/h	7,7
Gravilla fina	10,5 t/h	5,1
Arena	32,9 t/h	11,5
Filler	3,5 t/h	9,6

Se pone en marcha toda la instalación de alimentación en frío y, una vez a régimen, se procede a la toma de muestras; bien al final de la cinta; bien, como se ha indicado anteriormente, parando la instalación y tomando una muestra del extremo de la cinta.

Se realiza un análisis granulométrico y se comprueba si se ha obtenido la dosificación prevista. En caso negativo, -



se hacen las correcciones necesarias en la regulación de los dispositivos de alimentación, hasta conseguir que el error, - respecto de la granulometría prevista, no rebase ciertas tolerancias; las cuales están directamente relacionadas con las tolerancias especificadas para la granulometría de la mezcla (v. pág 71).

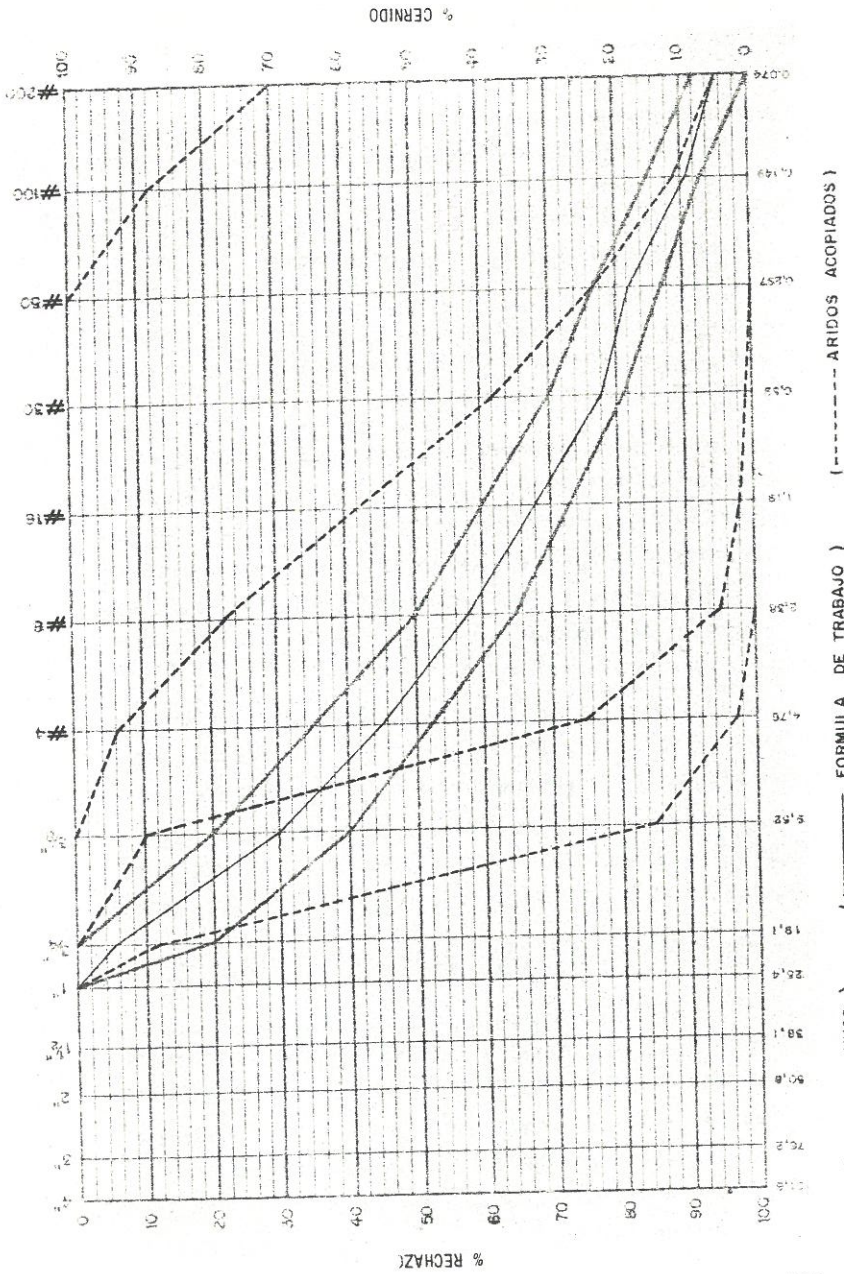
Para hacer estas correcciones es muy útil tener un gráfico, en el que estén representadas la granulometría de los áridos, el huso y la granulometría que se quiere obtener; y en donde, el representar la granulometría obtenida, se ve rápidamente el árido o áridos que influyen en la desviación. (Fig. 49).

Como el análisis granulométrico de la dosificación en -- frío hay que realizarlo muy a menudo, conviene tener curvas - granulométricas de la misma obtenidas por tamizado en húmedo y en seco. Normalmente, durante el control el tamizado se -- realiza en seco, pero teniendo en cuenta la equivalencia con el tamizado en húmedo, que es el que sirve de base al estudio de dosificación.

Es preciso tener siempre presente que de mantener la regularidad de la dosificación en frío depende la posibilidad - del buen funcionamiento de toda la instalación y la obtención de la mezcla propuesta.

Las alteraciones de la dosificación en frío influyen en el resto de la instalación de la siguiente forma:

- Una alimentación en frío excesiva para la producción - fijada disminuye la temperatura, sobrecarga la criba, y hace que los tamaños más finos se pasen a los silos en caliente de los tamaños más gruesos, alterando su - granulometría; el colector de polvo se sobrecarga y varía la proporción de polvo extraído y su composición.
- Una dosificación escasa en alguno de los tamaños, aparte de variar la granulometría total, influye sobre la - de los áridos calientes y hace que uno de los silos que de vacío.
- Un cambio brusco de alimentación de alguno de los ári--



(Fig. 49)

dos, por abertura, cierre u obstrucción de la descarga, influye inmediatamente en la disminuci3n o elevaci3n de la temperatura de los 3ridos a la salida del secador y altera la granulometrfa de los 3ridos cribados, sobrecargando o vaciando uno de los silos.

Las variaciones no controladas de la granulometrfa debidas a la segregaci3n, sobre todo en los finos, afectan a la granulometrfa total y la mezcla va teniendo exceso o defecto de ligante alternativamente.

4.4. Comprobaci3n de la granulometrfa de los 3ridos combinados a la salida del secador; de la del polvo recuperado; y de la de los 3ridos clasificados en caliente.

Una vez a punto la dosificaci3n en frfo, se procede a -- comprobar la granulometrfa de los 3ridos a la salida del secador y la del polvo recuperado por el colector.

Para ello, se pone en marcha la totalidad de la instalaci3n, con el mechero en funcionamiento como si fuera a fabricar la mezcla, con la 3nica excepci3n de la adici3n del ligante.

LAS ABERTURAS DE LAS SALIDAS DE LOS SILOS EN FRFO SE --- AJUSTARAN DE FORMA QUE LOS SILOS EN CALIENTE MANTENGAN SU NIVEL POR ENCIMA DEL MINIMO DE CALIBRADO, SIN REBOSAR.

DEBERA COMPROBARSE QUE LA UNIDAD CLASIFICADORA EN CALIENTE PROPORCIONA A LOS SILOS EN CALIENTE ARIDOS HOMOGENEOS; Y EN CASO CONTRARIO, SE TOMARAN LAS MEDIDAS OPORTUNAS PARA CORRIGIR LA HETEROGENEIDAD. LOS SILOS EN CALIENTE DEBERAN MANTENERSE POR ENCIMA DE SU NIVEL MINIMO DE CALIBRADO, SIN REBOSAR.

Cuando toda la instalaci3n est3 a r3gimen (al cabo de 5 a 15 minutos, seg3n la capacidad) se procede a tomar muestras.

- a) - de la mezcla de 3ridos a la salida del secador
- b) - Del polvo recuperado por el colector
- c) - de cada uno de los silos de almacenamiento de los 3ridos cribados en caliente.

La mayoría de las instalaciones tienen dispositivos que permiten la toma de muestras de una forma cómoda. La mayor precaución a tener en cuenta es que la bandeja o recipiente para recoger los áridos debe coger todo el chorro de material.

No hay en ello mayor dificultad en lo que respecta a la toma a la salida del secador y en el colector; pero sí en la toma de muestras de áridos en caliente, por lo compacto de la construcción de la mayor parte de las instalaciones modernas.

Por ello la mejor solución consistirá casi siempre en -- descargar sucesiva e independientemente el material de cada uno de los dispositivos al mezclador, y verificar la toma de cargando el mezclador en un recipiente o en un camión y realizar el cuarteo y la toma de muestras con este material.

Con estas muestras se determina la granulometría de los áridos clasificados y la del polvo recuperado por el colector, que junto con el filler adicional, si es necesario, son los materiales a osificar para obtener la mezcla proyectada.

Sean los áridos obtenidos los siguientes:

ARIDO CRIBADO	Cernido ponderal acumulado (%)								
	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	#100	#200
Gravilla gruesa	100	40	10	2					
Gravilla fina		100	72	20	3				
Arena fina				100	86	37,5	19,2	8,8	1,6
Polvo recuperado						100	85	65	40

Es necesario comprobar:

- Que el polvo recuperado tiene una granulometría uniforme.
- Que la cantidad de polvo reincorporado es constante
- Que el filler adicional si lo hay, se incorpora de una manera constante
- Que la proporción polvo recuperado-filler adicional se mantiene constante.

Teóricamente, si se ha conseguido en la osificación en frío reproducir la granulometría prevista, y no se han produ-

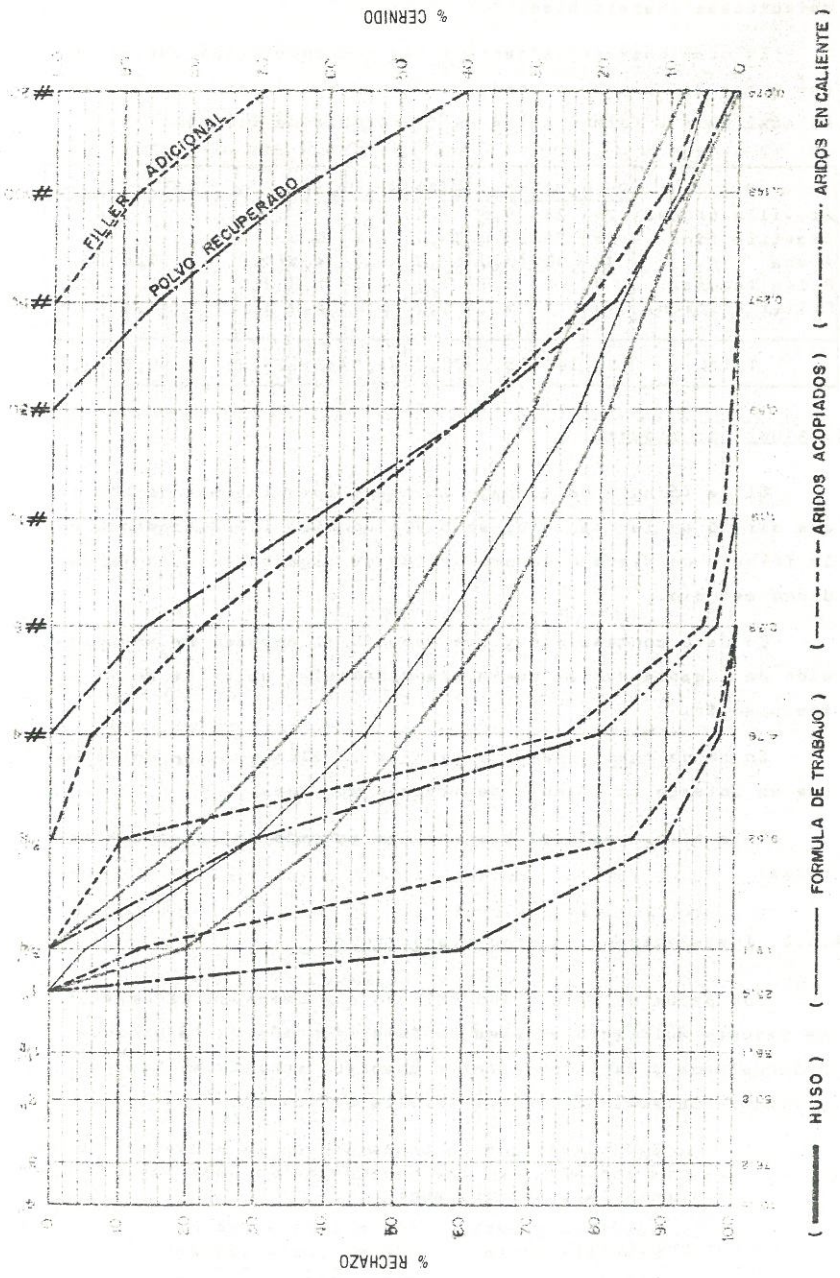
cido pérdidas en el sistema de recuperación de polvo, se podría volver a reproducir en caliente la dosificación, volviendo a combinar los áridos cribados y el polvo recuperado.

Generalmente es muy difícil reproducir exactamente la dosificación original, por las pérdidas habidas en la recuperación del polvo, y por no coincidir los áridos suministrados en frío con los almacenados en los silos en caliente.

Por lo tanto, hay que volver a dosificar las proporciones de la mezcla con los materiales ya secos y clasificados por la instalación, lo cual se realiza de la misma manera que la dosificación en frío, realizando los reajustes necesarios actuando sobre la dosificación en caliente y el colector de polvo.

Para realizar esta operación hay que valerse de:

- 1) - representar en un gráfico (v. Fig 50)
 - a/ Los límites del huso adoptado
 - b/ La curva granulométrica obtenida
 - c/ La granulometría de los áridos clasificados en caliente, y la del polvo recuperado y del filler adicional, si lo hubiera
 - d/ La granulometría de los áridos acopiados
- 2) - observar las zonas de la curva obtenida donde ésta se aproxima peligrosamente a los límites del huso o presenta discontinuidades.
- 3) - teniendo en cuenta los áridos cribados en caliente que influyen en cada zona defectuosa, reajustar la dosificación en caliente.
- 4) - como inmediata consecuencia, y para mantener el equilibrio de la producción, reajustar la dosificación en frío, teniendo en cuenta los áridos acopiados que influyen en los áridos en caliente.
- 5) - volver a determinar la granulometría de los áridos cribados y la del polvo después del reajuste; y tratar de, dosificando de nuevo las proporciones de cada uno de ellos, encajar la curva dentro del huso elegido sin que haya zonas -



(Fig. 50)

defectuosas inadmisibles.

En ocasiones estos tanteos hay que repetirlos varias veces antes de llegar a conseguir una granulometría aceptable; la cual pasa a formar parte de la fórmula de trabajo.

	%	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	#100	#200
Gravilla gruesa	24	24	9,6	2,4	0,5					
Gravilla fina	28	28	28,0	20,0	5,6	0,9				
Arena	40	40	40,0	40,0	40,0	34,5	15,0	7,7	3,5	0,6
Polvo recuper.	3	3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	1,9	1,2
Filler Adicion.	5	5	5	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,4	3,4
TOTAL..	100	100	95,6	70,4	54,1	43,3	23,0	15,2	9,8	5,2

4.5. Ajuste de ligante

Si la fórmula de trabajo coincide aproximadamente con la que sirvió en laboratorio, se puede adoptar inmediatamente en la fórmula de trabajo la proporción de ligante resultante de dicho estudio.

En caso contrario, hay que repetir el estudio de dosificación de ligante con la nueva granulometría, obtenida en la -- instalación.

En ambos casos, hay que ajustar la alimentación de forma que se obtenga la fórmula de trabajo adoptada.

Para ello, según el sistema, se procede de la siguiente forma:

4.5.1. Instalaciones de tipo discontinuo

Los pesos de cada árido cribado que componen el amasijo se deducen aplicando al peso de éste (función de la producción deseada y del tiempo entre amasijos sucesivos) las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Spongamos que la capacidad de la amasadera de la planta sea 600 kg; las cantidades de cada árido que entran a la amasadera son:

Gravilla gruesa	$600 \times 0,24 = 144$ kg	
Gravilla media	$600 \times 0,28 = 168$ kg	
Arena	$600 \times 0,40 = 240$ kg	
Filler recuperado	$600 \times 0,03 = 18$ kg	} filler to } tal 48 kg
Filler adicional	$600 \times 0,05 = 30$ kg	

Si la instalación no dispone de dos sistemas independientes de alimentación de filler, se procederá a una alimentación volumétrica del polvo recuperado y del filler adicional, en la relación 3/5.

Ajustadas las básculas, se procede a realizar varios amasijos, tomando una muestra y comprobando la granulometría. En el caso de que no sea la correcta, se retocan los pesos, y se vuelve a comprobar.

Queda tan sólo ajustar la proporción de ligante.

a) Dosificación por peso. Cuando el ligante se pesa directamente en un recipiente, hay que tener en cuenta que generalmente hay que hacer una pequeña corrección por exceso, para compensar la cantidad de ligante que queda mojando el recipiente.

b) Dosificación por volumen. En este caso se calcula el peso de ligante por amasijo, de acuerdo con la proporción --- adoptada.

Como el ligante se mide en volumen hay que dividir el peso por la densidad.

La densidad del ligante varía con la temperatura, y es - por tanto necesario buscar la densidad correspondiente a la - temperatura de trabajo en las tablas existentes para este --- efecto (v. págs. 146, 147 y 148).

Una vez calculado el volumen por amasijo, se ajusta la - capacidad de la bomba o dispositivo de que esté provista la - instalación, por medio del calibrado correspondiente.

Si la dosificación se hace en peso, la cantidad necesaria por amasijo se determina directamente. En este caso:

$$\frac{600 \times 5,84}{100} = 35 \text{ kg de betón}$$

En el caso de que la dosificación sea volumétrica es necesario pasar los kilos necesarios a litros a la temperatura fijada para el trabajo.

Si esta temperatura es 140°C el volumen de betón necesario será el cociente de dividir el volumen por el factor de corrección a 140°C; es decir:

$$\frac{35}{0,9294} = 37,7 \text{ litros medidos a } 140^{\circ}\text{C}$$

4.5.2. Instalaciones de tipo continuo

En este caso hay que proceder, como en el caso de alimentación en frío, a calibrar cada una de las salidas de los silos de áridos cribados en caliente.

Como las correas transportadoras del mecanismo de alimentación de todos los silos de áridos cribados están sincronizadas, el calibrado ha de hacerse variando la abertura de las compuertas. Como en el caso de la alimentación primaria, se pone en marcha la instalación; y para cada abertura y árido se recoge el material suministrado en un número medido de vueltas del mecanismo. Dividiendo estas cantidades por el número de vueltas obtenemos el suministro de árido por vuelta para las distintas aberturas, representando estos datos en un gráfico.

Con estos gráficos, si se considera cada vuelta como un amasijo, el cálculo de los pesos necesarios de cada uno de los áridos, del filler y del ligante se puede realizar de una manera similar a como se hizo para una instalación de tipo discontinuo.

Las instalaciones de tipo continuo dosifican generalmente el ligante en volumen, por medio de bombas rotatorias o de engranajes.

Fijada la producción de la instalación, se escoge entre los propios engranajes que sincronizan la alimentación de áridos y del ligante, aquél que hace dar a la bomba el número necesario de revoluciones para obtener más aproximadamente el caudal preciso; y se ajusta exactamente la proporción de ligante, variando el caudal total de áridos en caliente, manteniendo las proporciones entre ellos.

Como en los casos anteriores, el volumen de ligante hay que calcularlo a la temperatura de trabajo, debido a la variación de la densidad con la temperatura.

De los gráficos de calibrado se obtienen las aberturas de compuertas adecuadas para suministrar la cantidad de material necesario de cada depósito.

Para determinar el caudal de ligante necesario se procede de la siguiente forma:

$$70 \text{ t/h} \times 0,0584 \text{ de ligante} = 4.1 \text{ t/h de sonde}$$

$$4.1 \text{ t/h} = \frac{4.1 \times 1\,000}{60} = 68 \text{ kg/minuto}$$

Como el ligante se va a medir en volumen, se divide este peso por el factor correspondiente a la temperatura de trabajo (0,9294 a 140°C); y, suponiendo su densidad a 25°C igual a 1.01 resulta:

$$\frac{68 \text{ kg/min}}{0,9294 \times 1,01} = 72,5 \text{ l/minuto}$$

En las condiciones de trabajo este caudal se puede obtener aproximadamente funcionando la alimentación a 14 vueltas por minuto, por un engranaje que suministra 5,15 litros por vuelta (Datos de un calibrado realizado).

Como la proporción, en peso, de ligante respecto a los áridos es del 5,84 %, la cantidad total de áridos a suministrar por los alimentadores se calculará - de la siguiente forma:

$$5,15 \text{ l de betón/vuelta} = 5,15 \times 0,9294 \times 1,01 = 4,83 \text{ kg/vuelta}$$

y de aquí la cantidad de áridos será:

$$\frac{100 \times 4,83}{5,84} = 82,7 \text{ kg de mezcla de áridos y filler/vuelta.}$$

Teniendo en cuenta las proporciones calculadas para conseguir la granulometría de la fórmula de obra, - el suministro de cada uno de los áridos cribados será el siguiente:

Gravilla gruesa	24 %	x 82,7	= 19,84 kg/vuelta
Gravilla fina	28 %	x 82,7	= 23,16 kg/vuelta
Arena	40 %	x 82,7	= 33,08 kg/vuelta
Polvo recuper.	3 %	x 82,7	= 2,48 kg/vuelta
Filler adición	5 %	x 82,7	= 4,14 kg/vuelta
	100 %		<u>82,70 kg/vuelta</u>

Y la producción

$$\frac{82,70 \times 14 \times 60}{1\,000} = 70 \text{ t/h}$$

Una vez efectuada esta operación se pone la instalación en marcha y se procede a comprobar la granulometría total de la mezcla de áridos. Se hacen los retoques necesarios, si son precisos, y se pasa a fabricar la mezcla y comprobar sus características.

4.6. Determinación de las características de la mezcla fabricada en la instalación

Una vez a punto la granulometría y el ligante, sólo resta comenzar la fabricación y obtener las características de -

la mezcla realmente fabricada, para compararla con la fórmula de trabajo.

Para ello, puesta en marcha la instalación, cuando la mezcla sale en condiciones uniformes, se procede a la toma de muestras para la fabricación de probetas y la determinación de la granulometría y la proporción del ligante. En las probetas se determina la estabilidad y deformación, y se realiza el análisis de huecos.

Si la granulometría y la proporción de ligante son las correctas, dentro de las tolerancias establecidas, se comparan los resultados obtenidos en el ensayo con los obtenidos para la fórmula de trabajo.

Como las características físicas de la mezcla varían con la edad es conveniente hacer dos series de probetas. Una serie se ensaya inmediatamente, una vez enfriadas y determinada su densidad; y la otra se ensaya a las 24 horas. Las diferencias encontradas entre los resultados obtenidos al ensayar estas dos series sirven de factores de corrección durante el control; el cual se realiza sobre probetas ensayadas inmediatamente.

Al comprobar las características, lo normal es que éstas se correspondan con las obtenidas al dosificar la fórmula de obra.

Como las condiciones de realización de la mezcla son diferentes a las de Laboratorio puede haber diferencias en las características.

Cuando esta diferencia sea pequeña, y se cumplan las tolerancias, la puesta a punto de instalación puede darse por terminada.

Cuando, siendo correcta la granulometría y proporción de ligante, los resultados del ensayo de las características de la mezcla no concuerden con los de la dosificación de la fórmula de trabajo habrá que pensar primeramente en una mala toma de muestras; seguidamente, y por este orden, en una deficiente fabricación de las probetas, ó en una deficiente ejecución del ensayo.

Si existen discrepancias inadmisibles, en la granulometría o en la proporción de ligante, hay que corregirlas y volver a repetir toda la operación.

4.7. Control de temperaturas

DEBERAN SEÑALARSE EN LA FÓRMULA DE TRABAJO LAS TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA DE CALENTAMIENTO PREVIO DE ÁRIDOS Y LIGANTE.

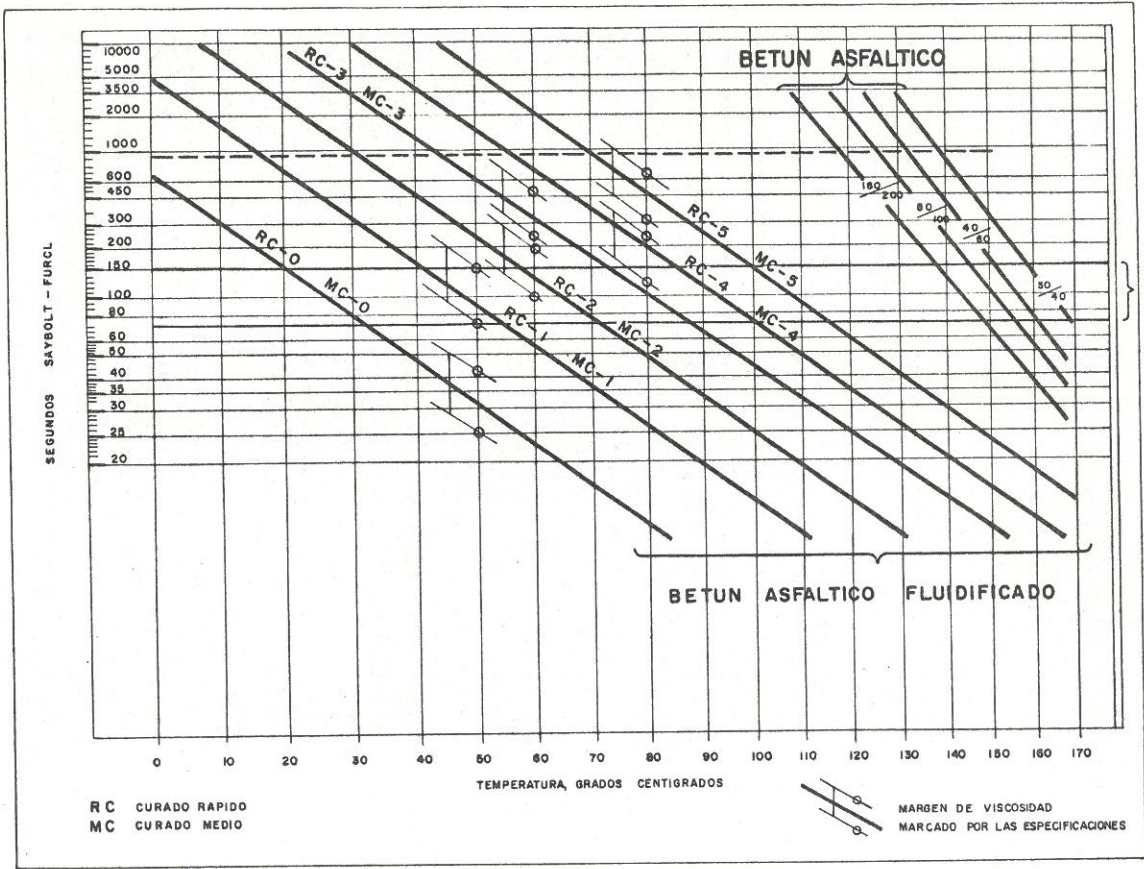
EN NINGUN CASO SE INTRODUZCA EN EL MEZCLADOR EL ÁRIDO CALIENTE A UNA TEMPERATURA SUPERIOR EN QUINCE GRADOS CENTÍGRADOS (15°C) A LA TEMPERATURA DEL LIGANTE.

La temperatura mínima de calentamiento previo del ligante está determinada por la necesidad de que, para que el envolvimiento sea perfecto, en el momento del mezclado el ligante deberá presentar una viscosidad adecuada. Esta varía con el equipo empleado, pero en primera aproximación puede admitirse que está comprendida entre 75 y 150 segundos Saybolt Furol (v. Fig. 51); debiendo ser tanto más alta cuanto mayor sea el tamaño máximo del árido empleado. Por la misma razón, los áridos deben presentar una temperatura mínima, con objeto de que no se produzca un enfriamiento, al contacto con ellos, que haga disminuir dicha viscosidad.

Por otro lado, las temperaturas máximas de calentamiento previo estarán condicionadas no sólo por la limitación de viscosidad antedicha, habida cuenta de las pérdidas de temperatura durante el proceso de fabricación (desde el calentamiento previo hasta el mezclado); sino también por la condición de que en ningún momento el ligante se vea sometido a una temperatura que pueda producir su quemadura o inflamación. Estas consideraciones limitan también el calentamiento del árido, que forma el 95 % de la mezcla: si su temperatura fuera demasiada, una vez mezclado elevaría la del ligante por encima del límite antedicho.

TAMBIÉN DEBERÁN SEÑALARSE: A LA VISTA DE LA DISTANCIA DE TRANSPORTE, DEL CLIMA, Y DEL EQUIPO DE PUESTA EN OBRA EMPLEADO:

(FIG. 51)



- LAS TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA DE LA MEZCLA AL SALIR DEL MEZCLADOR.
- LA TEMPERATURA MÍNIMA DE LA MEZCLA AL DESCARGAR LOS CAMIONES DE TRANSPORTE.
- LA TEMPERATURA MÍNIMA DE LA MEZCLA AL EXTENDERSE.

La temperatura máxima de la mezcla al salir del mezclador se determina de forma que no se pueda producir exceso de temperatura en el ligante.

La temperatura mínima al extenderse es función del clima y del equipo de compactación empleado, teniendo en cuenta la densidad a alcanzar. La temperatura mínima al descargar los camiones debe ser algo mayor, teniendo en cuenta el ritmo de llegada de los mismos, que puede obligar a esperar cierto tiempo sin extender la mezcla que queda en la tolva y los distribuidores de la extendidora. La temperatura mínima de la mezcla al salir del mezclador es función de la anterior, de la distancia de transporte, y de los medios de protección contra el enfriamiento de que se disponga.

Para el betón 80/100, el margen de temperatura para mezcla es de 145°C a 156°C. Para una mezcla IVC, que tiene un tamaño máximo de 1", se adoptará 145 a 150°C en el momento del mezclado. Por lo tanto, el árido no podrá entrar en el mezclador a más de $145 + 15 = 160$ °C.

Suponiendo que la pérdida de temperatura en la instalación sea de 10°C para el ligante y 15°C para el árido, las temperaturas de precalentamiento de los materiales son:

Betón 80/100 .. 155°C - 165°C (sin rebasar la temperatura de inflamación, 170°C)
Aridos 160°C - 175°C.

La temperatura máxima a la salida del mezclador será 150°C. Suponiendo que el equipo de compactación sea eficaz a partir de 90°C; que con el clima existente la mezcla se enfríe a razón de 30°C/h. cuando está extendida, y 10°C/hora cuando está protegida por el cobertor del camión, o por la extendidora; y que el tiempo de transporte sea 30 minutos, el de espera (máximo) de 15 minutos, y el de compactación de una hora, se tendrá,

Temperatura mínima de extensión $90 + 30 = 120$ °C
Temperatura mínima de mezclado $120 + 2,5 = 122,5$ °C
Temperatura mínima de salida del mezclador $122,5 + 5 = 127,5$ °C

4.8. Control de tiempos de mezclado

TAMBIEN DEBERAN SEÑALARSE, PARA EL CASO EN QUE LA FABRICACION DE LA MEZCLA SE REALICE EN INSTALACIONES DE TIPO DISCONTINUO, LOS TIEMPOS A EXIGIR PARA LA MEZCLA DE LOS ARIDOS EN SECO Y PARA LA MEZCLA DE LOS ARIDOS CON EL LIGANTE, Y PARA EL CASO EN QUE LA FABRICACION DE LA MEZCLA SE REALICE EN INSTALACIONES DE TIPO CONTINUO, EL TIEMPO TEORICO DE MEZCLA.

Para que la mezcla se considere aceptable, debe conseguirse que el ligante haya envuelto completamente a los áridos, sobre todo a los gruesos. A igualdad de las demás circunstancias (forma del mezclador, disposición de las paletas, velocidad de giro de éstas, etc.) la envoltura depende del tiempo de mezcla.

El tiempo de mezcla y la capacidad del mezclador definen la producción de la instalación. Cuando ésta es de tipo discontinuo, la capacidad se fija "a priori" como la máxima admisible, y queda por determinar el tiempo. Si la instalación es de tipo continuo, la producción horaria puede fijarse "a priori" (dentro de ciertos límites) y el tiempo teórico de mezcla depende de la capacidad del mezclador.

$$\text{Tiempo} = \frac{\text{peso de mezcla en el mezclador}}{\text{producción}}$$

En las instalaciones de tipo continuo, la capacidad del mezclador se regula mediante la compuerta de salida, facilitando los constructores datos sobre el particular (v. Fig 52).

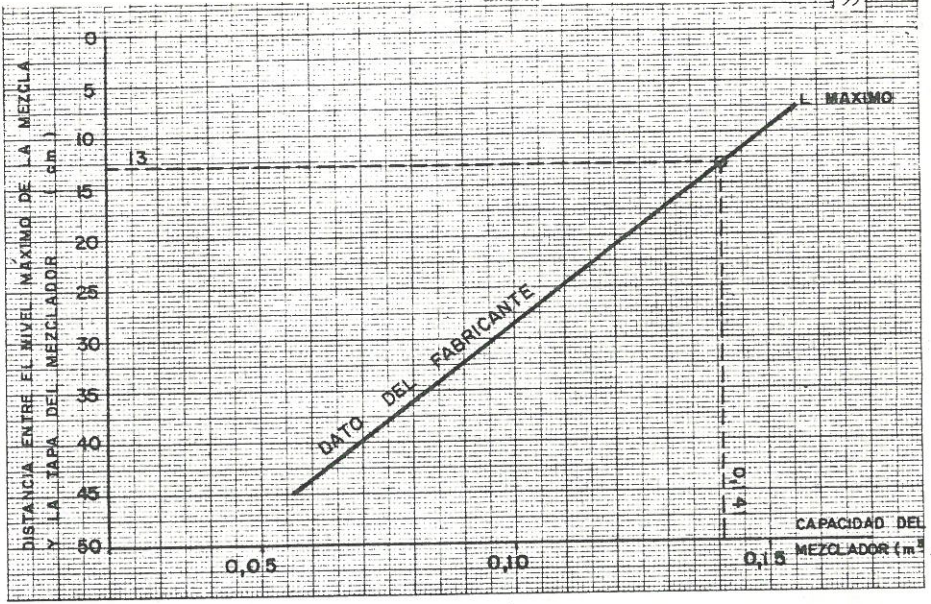
El tiempo mínimo de mezclado se determina empíricamente de varias formas. Una de ellas, que parece gozar de prestigio, es la cuenta Ross: método en el que se miden las partículas superiores a 3/8" que presentan algún punto descubierto, y expresando su porcentaje ponderal en función de tiempo de mezclado. Se suele exigir un máximo del 10 % de partículas con puntos descubiertos (v. Fig 53).

Las consideraciones sobre tiempos mínimos de mezclado pueden obligar a corregir la producción de la instalación.

El tiempo mínimo de mezclado de 19 segundos afecta a la producción.

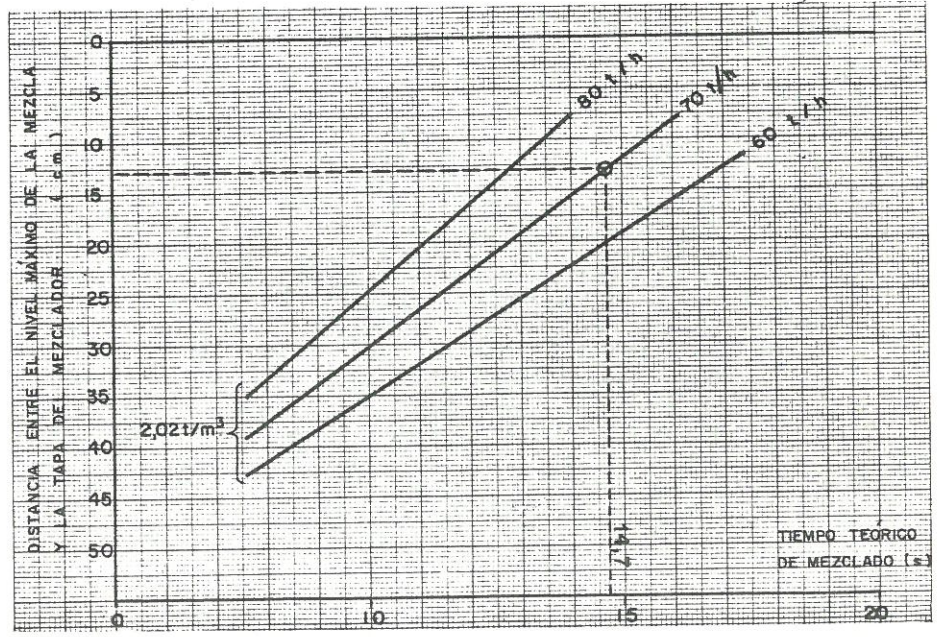
a) Instalación de tipo discontinuo

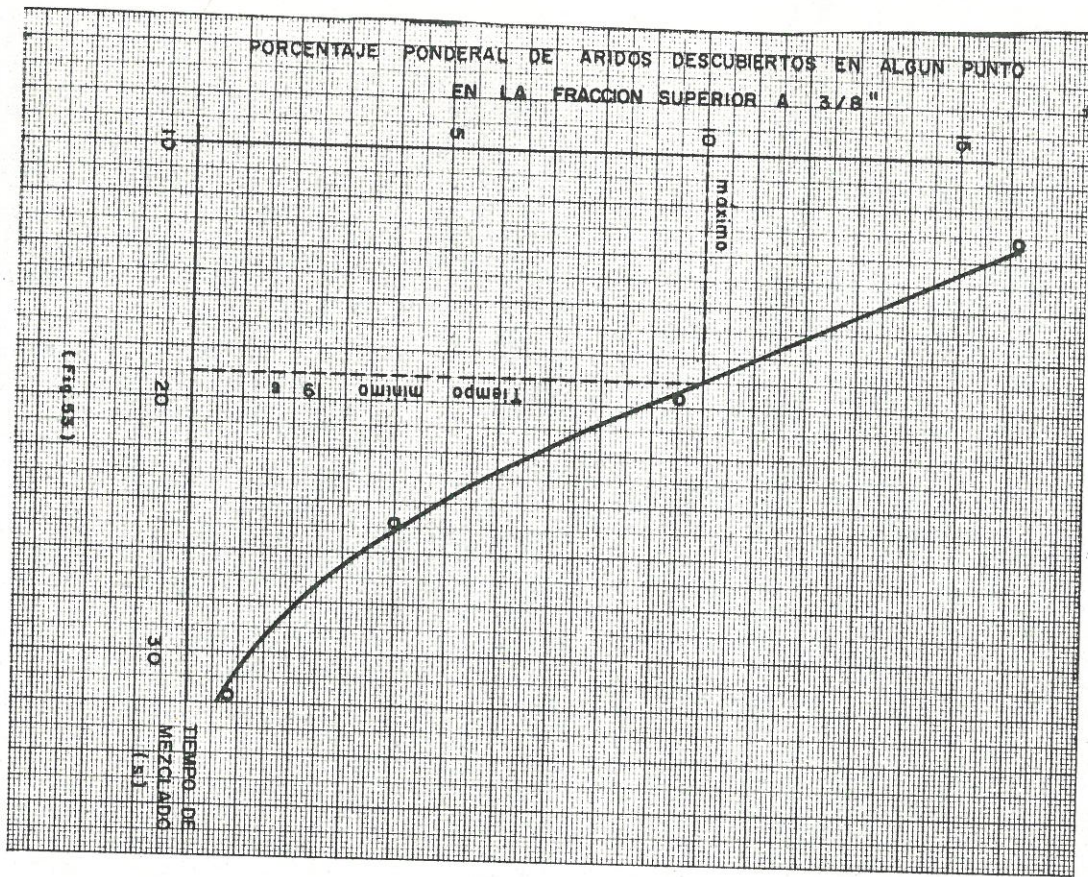
Suponiendo que además de los 19 segundos del mez-



Densidad de la mezcla en el mezclador = 2,02 t.
 Contenido del mezclador 0,141 x 2,02 = 0,285 t.
 Producción horaria fijada = 70 t/h = 1,167 t/min.
 Tiempo teórico de mezclado = $\frac{0,285}{1,167}$ = 0,244 min. = 14,7 s.

Fig. 52





clado, hay que contar 5 segundos para descarga del mezclador, y otros 5 para su carga, el ciclo dará 29 segundos, y como la capacidad del mezclador es de 600 kg, la producción máxima será:

$$\frac{600}{29} \cdot \frac{3\ 600}{1\ 000} = 74,5 \text{ t/h}$$

que es superior a la prevista. Luego el tiempo real de mezcla será:

$$\frac{600 \times 3\ 600}{70 \times 1\ 000} - 10 = 20,8 \text{ segundos}$$

b) Instalación de tipo continuo

Para un tiempo teórico de mezclado de 19 segundos, la capacidad del mezclador debe ser:

$$\frac{70}{3\ 600} \times 19 = 0,369 \text{ t o sea } \frac{0,369}{2,02} = 0,1825 \text{ m}^3$$

En la figura 52 se aprecia que la capacidad máxima del mezclador es 0,155 m³. Luego habrá que limitar la producción a

$$\frac{0,155}{0,1825} \times 70 = 59,5 \text{ t/h}$$

5. CONTROL DEL SUMINISTRO DE MATERIALES DURANTE LA FABRICACION

5.1. Control de los áridos y filler

Una vez aceptados los acopios realizados, se seguirá controlando al suministro de áridos ejecutando los siguientes ensayos:

a) Con cada uno de los tamaños de áridos suministrados

Diariamente, o cada 100 m^3 {Un (1) análisis granulométrico (norma DGC-2.02).

de suministro. {Un equivalente (1) de arena del árido fino (norma DGC-1.064).

Semanalmente, o cada $1\ 000 \text{ m}^3$ {Un ensayo (1) de peso específico y absorción (norma DGC-2.03).

b) Con el conjunto de los áridos

Semanalmente o cada $1\ 000 \text{ m}^3$ {Un ensayo (1) de desgaste Los Angeles (norma DGC-2.10)

Este número de ensayos se sobreentiende como mínimo, con objeto de asegurar la continuidad de suministro cuando las condiciones del mismo sean normales.

Cuando, por cualquier causa, aumentara la dispersión de los resultados, se intensificará la toma de muestras; y se realizará el número de ensayos necesarios hasta averiguar la causa de la dispersión, que pudiera obedecer a que las condiciones medias hayan variado; en cuyo caso se deberá iniciar un nuevo acopio, separado del precedente, o rechazar el árido, según sea admisible o no la variación.

Asimismo, y de manera general, se mantendrá la vigilancia necesaria con objeto de que en los acopios no se produzcan segregaciones.

La toma de muestras se realizará de acuerdo con la Norma DGC-2.01.

5.2. Control del ligante

Para controlar el suministro de ligantes se tomarán muestras de cada partida en una obra de acuerdo con lo expuesto en 3.2.1.

6. CONTROL DE LA FABRICACION

La fabricación de la mezcla comenzará una vez puesta a -- punto la instalación y definida la fórmula de trabajo.

Comienza entonces la verdadera misión del Equipo de Con-- trol; ya que su cometido consiste esencialmente en lograr que la mezcla fabricada sea homogénea a lo largo de la jornada y - de días sucesivos, y que su extensión y compactación se lleven a cabo correctamente. Para lograr lo primero, durante la fa-- bricación irá realizando, de una forma periódica, una serie de ensayos y controles, para comprobar la buena fabricación y --- puesta en obra, dentro de las tolerancias permitidas; y, con la ayuda de los datos que van obteniendo, colaborar a las rec-- tificaciones necesarias.

Con el control se tendrá una garantía de que la mezcla sa le de la instalación de fabricación en las condiciones necesari-- as para conseguir una buena extensión y compactación, objeti-- vo final de su misión.

El control de la fabricación comprende una serie de misio-- nes complementarias que pueden agruparse en la forma siguiente:

6.1. Control del suministro de materiales

Este control es de la mayor importancia, ya que la correc-- ción de deficiencias de los materiales antes de entrar en el - ciclo de fabricación es fundamental para el fin propuesto.

Se realiza de acuerdo con el apartado 5.

6.2. Control de funcionamiento de la instalación de fabricación

Aparte de la inspección general para aceptarla, durante - la fabricación es necesario comprobar ciertos elementos que -- tienen directa influencia en la misma. Los elementos a contro-- lar son los siguientes:

6.2.1. Básculas

Las básculas de dosificación deberán comprobarse periódica-- mente (semanal o mensualmente) para estar seguros de su co--

recto funcionamiento, de la forma ya indicada en el Apartado 4.

Asimismo será necesario hacer esta comprobación cuando las alteraciones de la mezcla indiquen que ellas pueden ser la causa.

6.2.2. Dosificador del ligante

El dispositivo de dosificación del ligante se comprobará de forma periódica (semanalmente) o cuando las circunstancias lo aconsejen, de acuerdo con lo indicado en el Apartado 4.5.

6.2.3. Cribas

El estado de las cribas se comprobará periódicamente (semanalmente) para vigilar las roturas de las mallas.

6.2.4. Termómetros

Siendo parte importante de la fabricación el que las temperaturas se mantengan dentro de las prescripciones, los termómetros de que van dotados los depósitos de ligante, secador y mezclador, se contrastarán periódicamente, tomando temperaturas de forma simultánea con un termómetro de referencia de garantía.

6.2.5. Tiempo de la Mezcla

Frecuencia mínima: se comprobará el tiempo de mezcla una vez cada dos horas de funcionamiento.

Se dispondrán las medidas necesarias para asegurarse en todo momento que el tiempo de mezcla es el previsto.

6.3. Control de temperaturas

Horariamente se realizará una inspección de la temperatura del ligante; de los áridos a la salida del secador o en los silos de almacenamiento en caliente; y de la mezcla.

En cada uno de los camiones de mezcla se tomará la temperatura antes de su salida al extendido (v. Fig 54).

Estas temperaturas se registrarán en el impreso correspondiente anotando la hora y, en el caso de los camiones, la identificación.

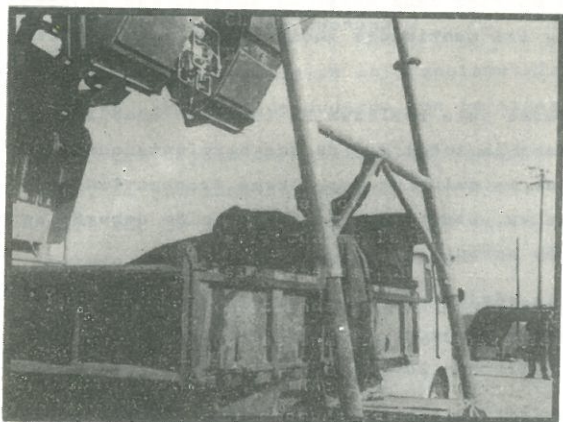


Fig. 54

6411112

6.4. Control de la mezcla bituminosa

6.4.1. Toma de muestras

Ante todo, hay que tener en cuenta que los resultados de los ensayos dependen de la forma de realizar la toma de muestras.

Esta operación es, por tanto, la más delicada y difícil; ya que en todo momento hay que tener la seguridad de que la muestra tomada es verdaderamente representativa. Por mucho cuidado que se tenga en esta operación, nunca resulta excesivo; -- ya que los resultados de los ensayos obtenidos de una muestra mal tomada, y por tanto no representativa, llevan a confusiones difíciles de subsanar; y el tiempo y las molestias empleadas en hacer una buena toma son, en realidad, beneficiosos para el propio Equipo de Control.

La dificultad estriba en que para realizar esta operación sólo se pueden dar recomendaciones generales; en principio las contenidas en la norma DGC-2.01. (v. Apéndice 3). En cada ocasión, y para cada caso, el inspector debe usar su buen sentido para adaptar o modificar normas generales al caso particular.

El tamaño de la muestra debe estar de acuerdo con el tamaño máximo del árido y las cantidades indicadas en la norma citada.

Los lugares mejores para realizar la toma son aquéllos en que sea posible extraer la totalidad de una corriente continua de material; tal como la caída de una correa transportadora, la descarga de una tolva, etc. En cada instalación deberán es cogerse los puntos más apropiados.

Hay que evitar la pérdida de materiales, sobre todo finos durante la toma. A este respecto los áridos húmedos o mezclados con ligante son mejor que los secos.

La muestra principal tomada ha de dividirse siempre por cuarteo hasta el tamaño necesario para el ensayo.

El empleo de cuarteador o de otros dispositivos similares es superior al cuarteo manual formando un cono con el material.

La toma de muestras debe realizarse buscando las condicio nes medias de trabajo; es decir, evitando singularidades o ca racterísticas momentáneas.

6.4.2. Granulometría de la dosificación

LOS ARIDOS PREPARADOS COMO SE HA INDICADO ANTERIORMENTE, Y EVENTUALMENTE EL FILLER SECO, SE PESARAN O MEDIRAN EXACTAMENTE; Y SE TRANSPORTARAN AL MEZCLADOR EN LAS PROPORCIONES -- DETERMINADAS EN LA FORMULA DE TRABAJO.

La toma de muestras para controlar la granulometría de la mezcla de áridos se realizará, según el tipo de instalación, - en los puntos que se indican por orden de preferencia; siem pre y cuando la toma de muestras se puede realizar con la máxi ma garantía.

- I. A la descarga en el mezclador
- II. A la descarga de la dosificación en frío
- III. A la salida del secador

En algunos casos podrá realizarse de forma mixta; es decir, realizando la primera toma al comienzo de la fabricación en la descarga del mezclador sin haber añadido el ligante; y -

las sucesivas tomas mientras se está fabricando, en cualquiera de los otros dos puntos.

La comprobación de la granulometría de la mezcla de áridos se realizará de acuerdo con la norma DGC-2.02.

Con objeto de realizar en ensayo lo más rápidamente posible, el tamizado se realizará en seco; y la comparación se hará con la curva granulométrica de la fórmula de trabajo, tamizada en las mismas condiciones.

La granulometría de los áridos se determinará al comienzo de la fabricación, y cada cuatro horas de trabajo, o 200 toneladas de mezcla fabricada.

Las desviaciones máximas permisibles de la curva granulométrica respecto a la fórmula de trabajo, expresadas en porcentaje cernido ponderal acumulado por cada tamiz serán:

Tamiz # 4 y superiores	± 4 %
" # 8 a # 100	± 3 %
" # 200	± 1,5 %

6.4.3. Granulometría del polvo recuperado por el colector y de los áridos cribados en caliente

Normalmente, deberá comprobarse de una manera periódica la granulometría del polvo recuperado, y la de los áridos cribados, con objeto de asegurarse de su constancia.

La frecuencia puede ser variable, según la instalación y la homogeneidad de la mezcla.

En el caso de que ésta sea uniforme, los áridos pueden comprobarse una o dos veces por semana; y el polvo diariamente.

Asimismo estos ensayos se realizarán siempre que se observen en la mezcla variaciones que no puedan ser atribuidas a la dosificación en frío.

6.4.4. Características de la mezcla bituminosa

Para comprobar las características de la mezcla fabricada

se realizará periódicamente a lo largo de la jornada una toma de muestras a la salida del mezclador, en el lugar de más garantía, cada cuatro horas de trabajo o cada 200 toneladas de fabricación.

Con la muestra tomada se realizarán los siguientes ensayos:

- I) Granulometría y proporción de ligante
- II) Análisis de huescos
- III) Ensayo de estabilidad Marshall o Hubbard Field

I. Granulometría y proporción de ligante

El control de la proporción de ligante y la granulometría de los áridos recuperados se realizará siguiendo las normas -- USC-5.05 y 5.06.

En el caso de que la instalación posea un dispositivo cómodo y seguro para la comprobación de la dosificación del ligante se podrá sustituir o diferir la realización del ensayo de extracción; pero, en este caso, cada ensayo de extracción se sustituirá por dos o más comprobaciones duplicadas.

Las desviaciones máximas permisibles respecto a la fórmula de trabajo serán las fijadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas (ver página número 71)

En el caso de que los resultados de la extracción no cumplan las condiciones previstas, se analizarán los resultados; y se tomarán las medidas adecuadas, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Granulometría correcta y proporción de ligante incorrecta.

Si el ligante parece excesivo puede deberse a pérdida de finos durante la extracción, lo que habrá que comprobar repitiendo en ensayo; o a un exceso efectivo de ligante, en cuyo caso hay que rectificar la dosificación.

Si el ligante parece escaso, puede deberse a un mal lavado de los áridos durante la extracción; o a un defecto real, que habría que corregirse.

b) Granulometría incorrecta y proporción de ligante correcta.

Si el análisis granulométrico de los áridos mezclados en frío era correcto, puede deberse a defectos en el cribado o en la dosificación en caliente.

c) Granulometría y proporción de betón incorrectas.

Si las desviaciones son del mismo sentido, es decir, si a una granulometría más gruesa o más fina corresponde respectivamente, menos o más ligante, lo más probable es que las alteraciones se deban a una segregación durante la toma de muestras.

Si los resultados son de signo contrario, pueden deberse a defectos de dosificación o amasadura.

En todo caso se comprobará si la granulometría de los áridos mezclados en frío es o no la correcta, para repetir el ensayo de extracción, retocando la dosificación de áridos o la proporción de ligante.

II. Análisis de huecos

Con las probetas fabricadas se realizará un análisis de huecos siguiendo la norma DGC-5.021.

Con los resultados individuales de cada una de las tres probetas de la serie se calculará el valor medio.

Cuando los resultados del análisis de huecos no sean los correctos, se analizarán para tomar las medidas adecuadas, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a) Si son correctas las granulometrías de la mezcla de áridos en frío, de los áridos recuperados en la extracción, y la proporción de ligante, lo más probable es que los malos resultados se deban a una mala toma de la muestra para fabricar las probetas, o a una compactación defectuosa por defecto o exceso. Para comprobar si se debe a ello, conviene hacer un ensayo de extracción con las propias probetas.

b) Cuando haya alteraciones en la granulometría o la proporción de ligante, y las variaciones en los huecos sean de la misma tendencia, es decir; más huecos con defecto de ligante o de filler, o discontinuidades en la curva granulométrica;

o menos huecos con exceso de ligante o filler y curva granulométrica más continua, no queda sino rectificar las causas originales.

c) Si los huecos no siguen la misma tendencia de las variaciones de la granulometría o del ligante, es difícil juzgar las causas que contribuyen a esta variación.

Lo mejor es rectificar la dosificación y, cuando esté -- ajustada, volver a repetir el análisis de huecos.

III. Ensayos de estabilidad

De acuerdo con las necesidades, la muestra para cada una de las tres probetas que componen una serie se tomará, bien -- de distintos amasijos escalonados entre dos comprobaciones de la granulometría de los áridos, bien de un solo amasijo.

La realización del ensayo se hará de acuerdo con las normas DGC-5.021, DGC-5.022 y DGC-5.03, teniendo en cuenta que -- la estabilidad de la mezcla varía por el tiempo transcurrido desde la fabricación de las probetas hasta su ensayo. Las estabildades y las deformaciones sobre probetas con veinticuatro horas de edad suelen ser, respectivamente, más altas y bajas que las obtenidas en obra con probetas ensayadas a las -- una o dos horas de fabricadas; y será por tanto necesario -- que el Equipo de Control tenga en cuenta estas diferencias.

Normalmente durante el control interesa tener los resultados rápidamente, y la determinación de la estabilidad se hace en cuanto se han enfriado las probetas; ello trae consigo, generalmente, una pérdida de estabilidad y variaciones en la deformación media.

Al comparar los resultados de ensayos hechos con las probetas fabricadas en la instalación, ensayadas a las dos horas, y los de las probetas de la fórmula de trabajo, que se ensayan a las 24 horas, se pueden calcular unos factores de corrección; o mejor, simplemente, teniendo en cuenta las tendencias manifestadas, valorar correctamente los resultados que se vayan obteniendo.

Al juzgar los resultados del ensayo de estabilidad hay --

que tener en cuenta que las exigidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales son cifras mínimas.

Normalmente la dosificación en Laboratorio tendrá unas características determinadas. Cuando se ajuste la fórmula de trabajo se determinan las características de estabilidad y de formación de la mezcla realmente fabricada; los resultados obtenidos suelen ser diferentes de los obtenidos al dosificar la mezcla en Laboratorio, ya que el procedimiento de fabricación de la mezcla es diferente, y afecta a los resultados.

Asimismo hay que tener en cuenta que la estabilidad y la deformación son muy sensibles a la temperatura a qué se ensaya y a la forma de fabricar la probeta; por ello una probeta de una serie con valores dispares no tiene significado, debe eliminarse del cálculo de las condiciones medias de la serie.

Es corriente asimismo que las estabilidades y deformaciones sean afectadas por el procedimiento operativo, No es lo mismo romper en una prensa mecánica que en una manual. La fabricación de las probetas, de no ser mecánica, está muy afectada por el operador.

La temperatura de fabricación de las probetas afecta --- igualmente al ensayo, dando resultados erráticos.

Es difícil dar criterios para hacer rectificaciones cuando los resultados se aparten de la media, porque depende del tipo de mezcla. En todo caso, para juzgar los resultados hay que contar con que la composición de la probeta y de la mezcla sea la correcta.

En general, las estabilidades y deformaciones deben mantenerse alrededor de la media obtenida en la puesta a punto de la fórmula de trabajo.

Cuando haya una tendencia a que las estabilidades aumenten o decrezcan las deformaciones, habrá que pensar en que, -decido al diferente sistema de mezcla, la dispersión del ligante y filler es más íntima en la totalidad de la masa, y ésta tendrá que ser más seca; dependiendo de los valores el que sea necesaria una corrección, en el sentido de aumentar el ligante o disminuir ligeramente el filler.

Igualmente puede suceder el caso contrario, debido a una mezcla defectuosa, bien por la maquinaria empleada o, lo que es más corriente, por una disminución del tiempo de amasadura como consecuencia de pretender una producción mayor. En este último caso, suele coincidir con una disminución de la temperatura de la mezcla.

7. CONTROL DE LA EXTENSION Y COMPACTACION

La misión del Equipo de Control en la extensión, es la de vigilar las buenas condiciones del equipo a emplear, de la superficie sobre la que se va a extender la mezcla y de la recepción, extensión y compactación de la misma.

7.1. Inspección del Equipo

El equipo empleado en el transporte, extensión y compactación, una vez aceptado por el Jefe de la Unidad de Construcción, debe mantenerse en todo momento en buenas condiciones. El Equipo de Control vigilará su estado y su correcto empleo, de acuerdo con las instrucciones recibidas. En especial prestará atención a:

- la limpieza de la caja de los camiones
- el buen funcionamiento del enrasador y de la maestra
- la eventual calefacción de la maestra
- la limpieza de los rodillos
- el llenado de los depósitos de agua de los compactadores

Cualquier anomalía observada se comunicará al Jefe de la Unidad de Construcción.

7.2. Comprobación de la superficie a pavimentar

SI LA EXTENSION DE LA MEZCLA REQUIERE LA PREVIA EJECUCION DE RIEGOS DE IMPRINACION O DE ADHERENCIA, ESTOS SE REALIZARAN DE ACUERDO CON LOS CAPITULOS CORRESPONDIENTES DEL PLIEGO DE -- PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES.

SE COMPROBARA QUE HA TRANSCURRIDO EL PLAZO DE CURADO DE -- ESTOS RIEGOS, NO DEBIENDO QUEDAR VESTIGIOS DE FLUIDIFICANTE O AGUA EN LA SUPERFICIE; ASIMISMO, SI HA TRANSCURRIDO MUCHO --- TIEMPO DESDE LA APLICACION DE LOS RIEGOS, SE COMPROBARA QUE LA CAPACIDAD DE UNION DE ESTOS CON LA MEZCLA NO SE HALLA PERJUDICIALMENTE DISMINUIDA; EN CASO CONTRARIO; EL INGENIERO DE CONSTRUCCION PODRA ORDENAR LA EJECUCION DE UN RIEGO ADICIONAL DE -- ADHERENCIA.

7.3. Recepción de la mezcla

EL TRANSPORTE DE LA MEZCLA SE EFECTUARA DE MODO QUE EL EXTENDIDO Y COMPACTACION DE TODA LA MEZCLA PREPARADA EN UN DIA - DE TRABAJO PUEDA TERMINARSE EN EL PERIODO DE LUZ SOLAR; A MENOS QUE SE DISPONGA DE UNA INSTALACION DE LUZ ARTIFICIAL; APROBADA POR EL INGENIERO DE CONSTRUCCION. LA MEZCLA SE TRANSPORTARA AL LUGAR DE EMPLEO DE MODO QUE, EN EL MOMENTO DE DESCARGAR AQUELLA EN LA EXTENDEDORA, SU TEMPERATURA NO SEA INFERIOR A LA ESPECIFICADA. SE RECHAZARAN AQUELLOS CAMIONES CUYAS CARGAS HAYAN RESULTADO EXCESIVAMENTE MOJADAS POR LA LLUVIA; O CUYA TEMPERATURA NO ALCANCE LA ANTES INDICADA; O AQUELLOS QUE DEBIERAN HABERSE RECHAZADO A LA SALIDA DE LA INSTALACION DE FABRICACION.

Sin perjuicio de que a la salida de la instalación de fabricación se examine la mezcla para aceptarla o rechazarla, - ahorrando así transportes inútiles, a su llegada al tajo el Equipo de Control deberá aceptar la mezcla antes de su descarga a la tolva de la extendidora (v. Fig 55).



Fig. 55

6411125

Para estos controles se observará su aspecto, uniformidad de envoltura, contaminaciones y temperatura.

La temperatura y observaciones relativas a cada camión se

consignarán en el correspondiente parte.

Hay que tener en cuenta que la temperatura del interior de la masa es superior a la superficial; y que en caso de duda puede verse parcialmente el camión en la tolva de la extendidora, y volver a medirla en distintos puntos.

Las razones que motivan el rechazamiento de una mezcla son:

a) Temperatura alta.

Cuando de la mezcla se desprende un humo azulado, generalmente se debe a un sobrecalentamiento. En este caso se recomienda comprobar inmediatamente la temperatura.

b) Temperatura baja

Cuando se aprecia en la mezcla un aspecto poco fluido, - con los áridos gruesos mal cubiertos, es señal de que la mezcla está fría y deberá comprobarse la temperatura inmediatamente.

c) Exceso de ligante

El exceso de ligante puede apreciarse fácilmente, pero - es buena guía observar el cono formado en los camiones, sobre todo al llegar al extendido.

Cuando la carga de un camión haya asentado o fluido más de lo normal, será una indicación de exceso de ligante. La mezcla debe rechazarse. En caso de duda puede dejarse extender, tomar una muestra y señalar la zona, para su posterior levantamiento si los análisis confirman el exceso de ligante sobre las tolerancias de la fórmula de trabajo.

d) Defecto de ligante

El defecto de ligante en la mezcla se nota por la falta de brillo, el recubrimiento imperfecto de los áridos, sobre todo de los gruesos, y el aspecto suelto del material.

Como en el caso anterior, se rechazará la mezcla o se extenderá, previa señal del lugar, pendiente de los resultados del laboratorio.

e) Falta de uniformidad

La falta de uniformidad en la mezcla se aprecia por el distinto aspecto de la misma en diferentes zonas. La mezcla puede rechazarse cuando la falta de uniformidad sea manifiesta.

f) Exceso de árido grueso

Puede confundirse con un exceso de ligante, ya que un defecto provoca el otro; pero la confirmación se tendrá observando la mezcla y la capa extendida, cuya textura será más gruesa y abierta que las normales.

g) Exceso de árido fino

Un exceso de finos provoca un defecto de ligante. Se comprobará el exceso de finos mediante la observación de la textura superficial de la mezcla una vez extendida, así como por su comportamiento al compactarla.

h) Exceso de humedad

Si la mezcla conserva un exceso de humedad se apreciará un desprendimiento de vapor al descargarse. Parecerá como si tuviera un exceso de ligante, pero observándola detenidamente se apreciará el desprendimiento de las burbujas de vapor.

i) Segregación de la mezcla

Las mezclas que al ser extendidas presentan una segregación excesiva de los tamaños gruesos y finos, deben ser rechazadas.

j) Contaminaciones

Durante el transporte la mezcla puede contaminarse con gas-oil, agua, polvo, restos vegetales, etc. Cuando la contaminación es excesiva, deberá rechazarse la carga, procediéndose a evitar que se repitan dichas contaminaciones.

7.4. Extensión

LA EXTENDEDORA SE REGULARA DE FORMA QUE LA SUPERFICIE DE LA CAPA EXTENDIDA QUEDE LISA; Y CON UN ESPESOR TAL, QUE UNA VEZ COMPACTADA, SE AJUSTE A LA SECCION TRANSVERSAL, RASANTE Y PERFILES INDICADOS EN LOS CORRESPONDIENTES PLANOS, CON LAS TOLÉ

RANCIAS ESTABLECIDAS EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES. A MENOS QUE SE URDENE OTRA COSA, LA COLOCACION COMENZARA A LO LARGO DEL EJE DE LAS ZONAS A PAVIMENTAR CON SECCION ABOMBADA; O EN EL LADO SUPERIOR DE LAS SECCIONES CON PENDIENTE EN UN SOLO SENTIDO. LA MEZCLA SE COLOCARA EN FRANJAS QUE TENGAN UNA ANCHURA MINIMA DE TRES METROS (3 m).

Sobre la superficie en que va a extenderse la mezcla se dispondrá una guía longitudinal, paralela al eje de la carretera, que servirá de referencia para el conductor de la extendidora.

Se deberá estimar en cada caso, el espesor de la mezcla sin compactar que debe dejar la extendidora para obtener el espesor previsto. La reducción debida a la compactación oscila normalmente entre el 20 % y el 25 %.

Esta estima se realizará al comienzo de la extensión; y, una vez fijado el espesor que debe dejar la extendidora, se comprobará frecuentemente mediante un punzón (v. Fig. 57).

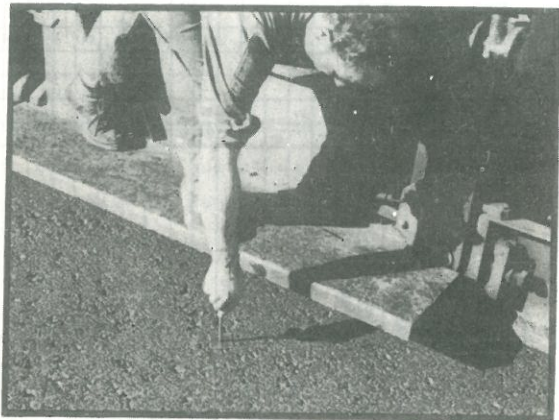


Fig. 57

6411126

La cantidad de mezcla a lo largo de toda la maestra debe ser lo más uniforme y constante posible.

LA COLOCACION DE LA MEZCLA SE REALIZARA CON LA MAYOR CONTINUIDAD POSIBLE. SE COMPROBARA QUE LA TEMPERATURA DE LA MEZ-

CLA QUE QUEDE SIN EXTENDER EN LA TOLVA DE LA EXTENDEDORA, Y DEBAJO DE ESTA, NO BAJA DE LA PRESCRITA.

Aparte del buen funcionamiento de la extendedora, la correcta extensión depende fundamentalmente de la constancia de la alimentación. Lo ideal es que la extendedora no tenga que pararse por falta de camiones que la aprovisionen; de no ser así, cuando la temperatura de los restos de mezcla que quedan sin extender en la tolva y distribuidores de la extendedora - descienda por debajo de la temperatura límite, deberá ejecutarse una junta transversal.

TRAS LA EXTENDEDORA DEBERAN COLLOCARSE SUFICIENTE NUMERO DE OBREROS ESPECIALIZADOS, AÑADIENDO MEZCLA CALIENTE Y RASTRILLANDOLA, SEGUN SE PRECISE; CON EL FIN DE OBTENER UNA CAPA QUE, UNA VEZ COMPACTADA, SE AJUSTE ENTERAMENTE A LAS CONDICIONES IMPUESTAS EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES.

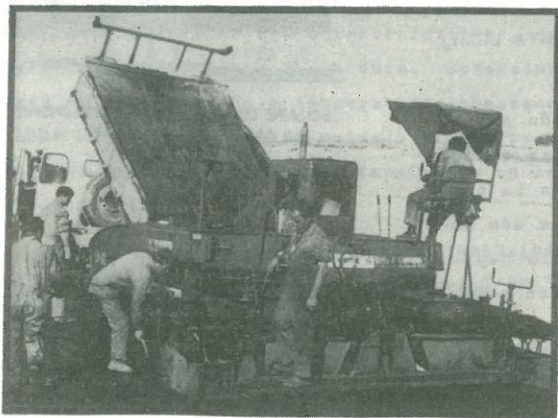


Fig. 58

6411127

Se vigilará la superficie extendida para corregir faltas, defectos de la masa, etc.; pero siempre teniendo en cuenta que la superficie dejada por la extendedora debe tocarse lo menos posible.

DONDE NO RESULTE FACTIBLE EL EMPLEO DE MAQUINAS EXTENDEDORAS, LA MEZCLA PODRA EXTENDERSE A MANO. LA MEZCLA SE DESCARGA

RA FUERA DE LA ZONA QUE SE VAYA A PAVIMENTAR; Y SE DISTRIBUIRA EN LOS LUGARES CORRESPONDIENTES, POR MEDIO DE PALAS Y RASTRILLOS CALIENTES, EN UNA CAPA UNIFORME, DE POCA CONSISTENCIA, Y DE ESPESOR TAL, QUE, UNA VEZ COMPACTADA, SE AJUSTE A LOS PLANOS CORRESPONDIENTES CON LAS TOLERANCIAS ESTABLECIDAS. LOS RASTRILLADORES NO DEBERAN PERMANECER SOBRE LA MEZCLA CALIENTE SI NO VAN PROVISTOS DE CALZADO ESPECIAL.

DESPUES DE HABER EXTENDIDO Y COMPACTADO LA PRIMERA FRANJA, SE EXTENDERA LA SEGUNDA Y SIGUIENTE (v. Fig 59); Y SE AMPLIARA LA COMPACTACION PARA QUE INCLUYA QUINCE CENTIMETROS (15 cm) DE LA PRIMERA FRANJA. LAS FRANJAS SUCESIVAS SE COLOCARAN MIENTRAS EL BORDE ADYACENTE DE LA FRANJA CONTIGUA SE ENCUENTRA AUN CALIENTE Y EN CONDICIONES DE SER COMPACTADO FACILMENTE. DE NO SER ASI, SE EJECUTARA UNA JUNTA LONGITUDINAL.

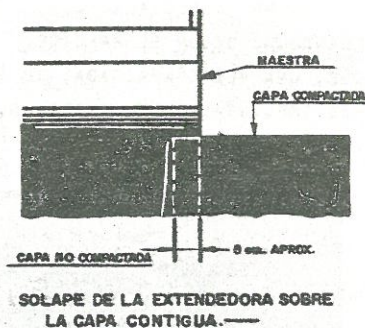


Fig. 59

La colocación por franjas adyacentes obliga a que el borde de la capa contigua se halle aún caliente. Para ello hay que emplear tantas extendedoras como franjas tenga el ancho total extendido, con un ligero desfase longitudinal unas de otras (v. Fig 60).

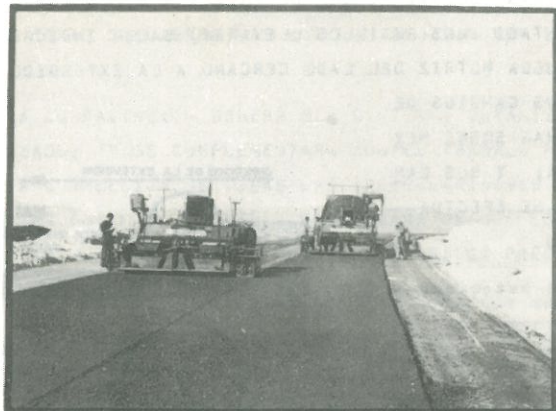
Esto no siempre es posible, debido a que exige una capacidad de producción de al menos 150 t/h para que resulte económico.

7.5. Compactación de la mezcla

LAS OPERACIONES DE COMPACTACION SERAN DEFINIDAS POR EL INGENIERO DE CONSTRUCCION, A LA VISTA DE LAS CIRCUNSTANCIAS QUE EN ELLAS CONCURRAN.

LA COMPACTACION INICIAL DEBERA COMENZAR TAN PRONTO COMO SE

OBSERVE QUE LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA EXTENDIDA ES TAL, QUE PUEDE SOPORTAR LA CARGA A QUE SE SOMETA SIN QUE SE PRODUZCAN DESPLAZAMIENTOS INDEBIDOS.



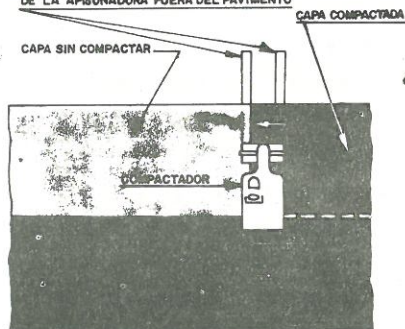
6411125

Fig. 60

La temperatura máxima de la mezcla al comienzo de la compactación depende de sus características y de las del equipo empleado y condiciones de la obra. Generalmente puede comenzarse la compactación a temperaturas comprendidas entre 80° C y 100° C. Deberá tenerse cuidado al determinar la temperatura, metiendo bien la varilla del termómetro en la masa y cambiando la de posición.

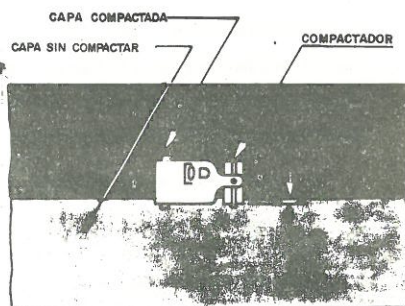
UNA VEZ COMPACTADAS LAS JUNTAS TRANSVERSALES (v. Fig 61), LAS JUNTAS LONGITUDINALES (v. Fig. 62) Y EL BORDE EXTERIOR. SE

TABLONES PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO DE LA APISONADORA FUERA DEL PAVIMENTO



COMPACTACION TRANSVERSAL DE LA JUNTA TRANSVERSAL

(Fig. 61)



COMPACTACION DE LA JUNTA LONGITUDIN

(Fig. 62)

INICIARA LA COMPACTACION LONGITUDINALMENTE POR EL PUNTO MAS BAJO DE LAS DISTINTAS FRANJAS; Y SE CONTINUARA HACIA EL BORDE -- MAS ALTO DEL PAVIMENTO; SOLAPANDOSE LOS ELEMENTOS DE COMPACTACION EN SUS PASADAS SUCEсивAS, QUE DEBERAN TENER LONGITUDES LIGERAMENTE DISTINTAS. LOS RODILLOS LLEVARAN, SALVO INDICACION -- EN CONTRA, SU RUEDA MOTRIZ DEL LADO CERCANO A LA EXTENDEDORA -- (v. Fig 63); SUS CAMBIOS DE DIRECCION SE HARAN SOBRE MEZCLA YA APISONADA; Y SUS CAMBIOS DE SENTIDO SE EFECTUARAN CON SUAVIDAD.

Se evitará el estacionamiento de los compactadores dentro de la zona no comoscada.

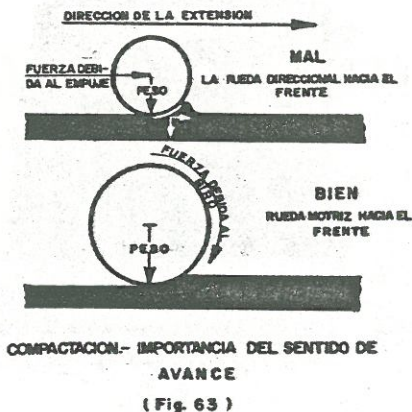
En la compactación inicial se darán generalmente dos pasadas completas.

Para esta compactación inicial se suelen emplear compactadores de tres ruedas, o tándem.

LAS CAPAS EXTENDIDAS SE SOMETERAN LUEGO A UNA COMPACTACION SECUNDARIA, MIENTRAS LA MEZCLA SE MANTIENE CALIENTE Y EN CONDICIONES DE SER COMPACTADA, DE FORMA QUE SE ALCANCE LA DENSIDAD ESPECIFICADA.

Se emplearán compactadores tándem o de neumáticos, siguiendo el mismo procedimiento que el inicial, y realizando al menos tres pasadas completas sobre la totalidad de la superficie, o las necesarias para conseguir la densidad propuesta.

LA DENSIDAD A CONSEGUIR SERA, COMO MINIMO, EL NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95 %) DE LA OBTENIDA APLICANDO A LA FORMULA -- DE TRABAJO LA COMPACTACION PREVISTA EN EL METODO MARSHALL O HUBBARD FIELD EMPLEADO; O, EN SU DEFECTO; LA QUE INDIQUE EL INGENIERO DE CONSTRUCCION, DEBIDAMENTE JUSTIFICADA. LOS HUECOS RESIDUALES DE LA MEZCLA, Y LA PROPORCION DE HUECOS DEL ARIOS.



ELEROS DE LIGANTE, DEBERAN ESTAR COMPENDIDOS ENTRE LOS LIMITES ESPECIFICADOS.

ESTA COMPACTACION SECUNDARIA PODRA IR SEGUIDA DE UNA COMPACTACION FINAL QUE BORRE LAS HUELLAS DEJADAS POR LOS COMPACTADORES.

LA COMPACTACION DEBERA SER CONTINUA DURANTE TODA LA JORNADA DE TRABAJO; Y SE COMPLEMENTARA CON EL TRABAJO MANUAL NECESARIO PARA LA CORRECCION DE TODAS LAS IRREGULARIDADES QUE SE PUEDAN PRESENTAR EN EL PAVIMENTO. SE CUIDARA DE QUE LOS ELEMENTOS DE COMPACTACION ESTEN SIEMPRE LIMPIOS Y, SI ES PRECISO, HUMEDOS.

Deberá también observarse en la zona que se está compactando, la uniformidad, segregaciones, fisuras, o zonas cuarteadas, debidas generalmente al mal empleo de la maquinaria, para la debida corrección de las mismas y evitar su repetición (v.fig.64)

7.6. Juntas transversales y longitudinales

EXCEPTO EN EL CASO EN QUE SE UTILICEN JUNTAS ESPECIALES, EL BORDE DE LA CAPA EXTENDIDO CON ANTERIORIDAD SE CORTARA VERTICALMENTE; CON OBJETO DE DEJAR AL DESCUBIERTO UNA SUPERFICIE PLANA Y VERTICAL EN TODO SU ESPESOR.

CUANDO LOS BORDES DE LAS JUNTAS LONGITUDINALES SEAN IRREGULARES, PRESENTEN HUECOS, O ESTEN DEFICIENTEMENTE COMPACTADOS, DEBERAN CORTARSE PARA DEJAR AL DESCUBIERTO UNA SUPERFICIE LISA Y VERTICAL EN TODO EL ESPESOR DE LA CAPA.

El cortado de la junta suele ser la operación peor ejecutada debido a la laboriosidad. Debe insistirse en conseguir una cara regular y sana, pudiendo ser tolerante en cuanto a la verticalidad, puesto que hay criterios que preconizan que es preferible que no lo sea tanto, para lograr un mejor contacto y compactación.

La junta debe ser lo más recta posible.

TODAS LAS SUPERFICIES DE CONTACTO CON FRANJAS CONSTRUIDAS CON ANTERIORIDAD SE PINTARAN CON UNA DELGADA MANO UNIFORME DE LIGANTE DE ADHERENCIA, ANTES DE COLUCAR LA MEZCLA NUEVA; DEJANDOLO CURAR SUFICIENTEMENTE.

Se empleará betón fluidificado o emulsión, en cantidad ---

suficiente, pero sin exceso.

DONDE SE CONSIDERE NECESARIO, SE AÑADIRA MEZCLA, QUE SE COMPACTARA Y ALISARA CON ELEMENTOS ADECUADOS, CALIENTES, ANTES DE PERMITIR EL PASO SOBRE ELLA DEL EQUIPO MECANICO DE COMPACTACION.

El espesor de la nueva capa ha de ser el preciso para que al compactarse quede a nivel con la existente.

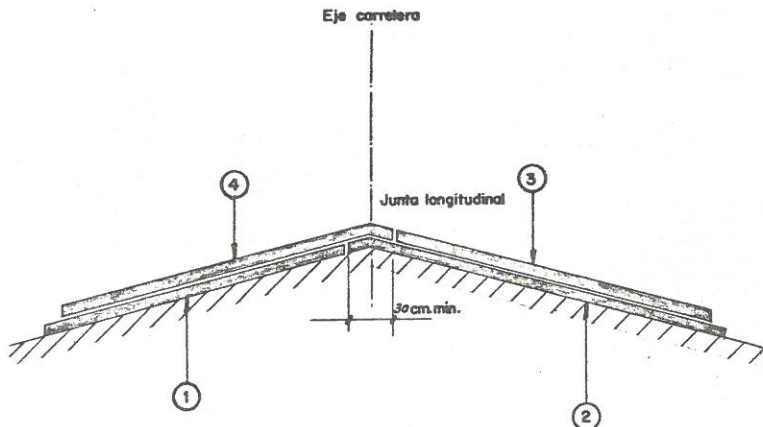
El material de solape se eliminará antes de la compactación por medio de cepillos o rasquetas, acumulendolo sobre el borde de la nueva capa, después de eliminar los gruesos.

La junta se compactará, procurando que la mayor parte de la apisonadora marche sobre la capa compactada, y que tan solo unos 20 centímetros de la rueda carguen sobre la nueva capa.

El apisonado debe continuarse hasta lograr que los bordes de las dos capas queden a nivel.

LAS JUNTAS TRANSVERSALES EN LA CAPA DE RODADURA SE COMPACTARAN TRANSVERSALMENTE.

SE PROCURARA QUE LAS JUNTAS TRANSVERSALES DE CAPAS SUPERPUESTAS QUEDEN A UN MINIMO DE CINCO METROS (5 m) UNA DE OTRA; Y QUE LAS LONGITUDINALES QUEDEN A UN MINIMO DE TREINTA CENTIMETROS (30 cm) UNA DE OTRA (v. Fig 65).



(Fig. 65)

7.7. Limitaciones de la ejecución

LA FABRICACION Y EXTENSION DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE SE EFECTUARAN CUANDO LA TEMPERATURA AMBIENTE, A LA SOMBRA, -- SEA SUPERIOR A LOS OCHO GRADOS CENTIGRADOS (8°C), Y NO EXISTA -- FUNDADO TEMOR DE PRECIPITACIONES ATMOSFERICAS. NO OBSTANTE, SI LA TEMPERATURA AMBIENTE TIENE TENDENCIA A AUMENTAR, PODRA FIJARSE EN CINCO GRADOS CENTIGRADOS (5°C) LA TEMPERATURA LIMITE INFERIOR PARA PODER EJECUTAR LA FABRICACION Y EXTENSION DE LA MEZCLA.

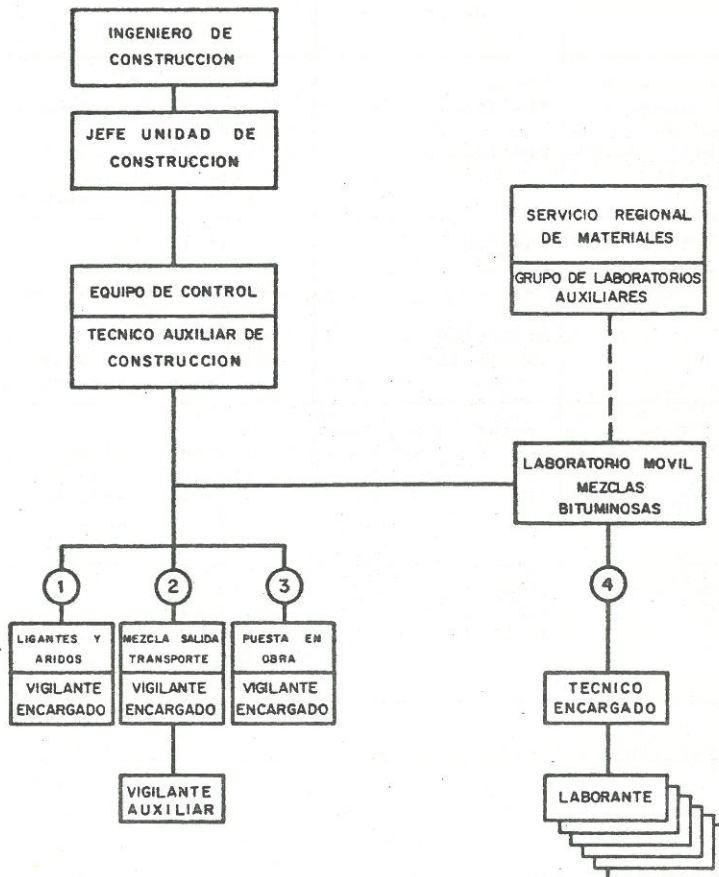
SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, DEBE EVITARSE LA ACCION DE TODO TIPO DE TRAFICO SOBRE LAS CAPAS RECIEN EJECUTADAS, POR LO MENOS DURANTE LAS VEINTICUATRO HORAS (24 h) QUE SIGAN A SU TERMINACION. SI ELLU NO ES FACTIBLE, LA VELOCIDAD DE LOS VEHICULOS DEBE REDUCIRSE A CUARENTA KILOMETROS POR HORA (40 km/h).

8. PARTES DE CONTROL DE LA FABRICACION DE MEZCLAS BITUMINOSAS DE INSTALACION CENTRAL

8.1. Organización y misiones del Equipo de Control

La labor del Equipo de Control que tenga a su cargo las Mezclas Bituminosas debe quedar reflejada en los partes correspondientes, a efectos de inspección y estadística.

La organización en obra responde al organigrama de la figura 66.



(FIG. 66)

Dentro de esta organización, y para realizar esta labor de una forma eficaz, se han ordenado los distintos controles e inspecciones según su finalidad, con objeto de facilitar el relleno de los correspondientes partes por los diferentes componentes del Equipo, en la forma que se indica a continuación.

La misión de cada uno de los componentes es la siguiente:

Operación	Misión	Encargado de realizarla
Supervisión general	Instalación Orden de ejecución de ensayos Partes	Técnico Auxiliar de Construcción
Control de ligantes y áridos Dosificación mezcla	Ensayos Partes Aceptación	Laboratorio MB Técnico Encargado Laboratorio MB Jefe Unidad de Construcción pudiendo delegar en Técnico Auxiliar de Construcción
Control Mezcla Bituminosa	Ensayos Partes Corrección o aceptación	Laboratorio MB Vigilante Encargado (2) y -- Técnico Encargado Laboratorio MB Técnico Auxiliar de Construcción, pudiendo delegar en - Vigilante Encargado (2)
Control de salida y transporte	Temperatura y peso de la mezcla Partes Orden de salida	Vigilante Auxiliar (2) Vigilante Encargado (2) Vigilante Encargado (2), pudiendo delegar en Vigilante Auxiliar (2)
Puesta en obra	Ensayos Partes Aceptación	Laboratorio MB Vigilante Encargado (3) Técnico Auxiliar de Construcción, pudiendo delegar en - Vigilante Encargado (3)

8.2. Parte de Control de Ligante y Aridos (v. Fig 67)

Los laborantes del Laboratorio de Mezclas Bituminosas tomarán las muestras, de acuerdo con las instrucciones recibidas -- del Técnico Auxiliar de Construcción, en la alimentación de los acopios; en los silos de dosificación en frío, y a la salida - de los mismos; en los silos de dosificación en caliente, y a -

CONTROL DE LIGANTE Y ARIDOS

DIA 13 / 7 / 64

LIGANTE

TOMA		REF.	ENSAYO	RESULTADO PRESCRIPC.
LUGAR	HORA			
Tanque 1	11 ⁴⁵	5B-42	Penetración	82 80-100
Tanque 2	17 ⁰⁵	5B-43	Penetración	95 80-100

CONSUMO

TANQUE	CONTENIDO INICIAL	CONTENIDO FINAL	GASTO
Nº 1	11000 ℓ	2000 ℓ	9000 ℓ
Nº 2	6000 ℓ	0	6000 ℓ
TOTAL			15000 ℓ

ARIDOS FRIOS

EQUIV. ARENA	TIPO	LUGAR	REF.	HORA	CERNIDO		PONDERAL				ACUMULADO %					
					1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
56	Areña	Acopio 3	SA-142	10					100	100	84		40	26	13	5
	A.Gruoso	Silo 1	IG-131	11				100	86		14	1				
	Filler	Silo 4	IF-134	12										100	89	69
	Arido grueso	Acopio 1	SG-140	13				100	82		17	3				
	Arido medio	Acopio 2	SM-141	14					100		87	22	4	1		
37	Areña	Silo 3	IA-133	15						100	98	82		41	26	13
	Arido medio	Silo 2	IM-132	16					100		90	26	7	1		
	Filler	Acopio 4	SF-143	17										100	89	70

REGULACION SILOS

1 2 3 4 5 6

REGULACION SILOS						COMBINADOS											
1	2	3	4	5	6												
3,3	1,5	4,7			0,5	AF-107		100	95,38	70,12	55,23	44,59	24,42	17,22	10,56	5,80	
3,3	1,5	4,7			0,5	AF-108	15	100	97,70	71,11	54,71	47,10	22,86	15,81	10,04	6,33	
							17										
						MEDIA		100	96,54	70,62	54,97	45,84	23,64	16,51	10,30	6,07	
3,3	1,5	4,7			0,5	FORMULA TRAB.		100	95	70,3	53,8	43,3	22,9	16,3	10,1	5,3	

ARIDOS CALIENTES

REGULACION SILOS						COMBINADOS											
1	2	3	4	5	6												
1) GRUESO						IG-155	11	100	42	12	1						
						IG-159	16	100	39	11	1						
2) MEDIO						IM-156	11	100		70	22	3					
						IM-160	16	100		72	21	3,1					
3) FINO																	
4) ARENA						IA-157	11			100	88		36	20	9	1,5	
						IA-161	16			100	85		37	20	8	1,7	
5) FILLER RECUPERADO						IF-188	11						100	83	64	41	
						IF-162	16						100	82	6,7	3,8	
6) FILLER ADICIONAL						IF-143	11							100	89	6,9	
						IF-163	16							100	90	6,7	

REGULACION SILOS

1 2 3 4 5 6

REGULACION SILOS						COMBINADOS											
1	2	3	4	5	6												
2,4	2,8	4,0		0,5	0,5	IC-85	11	100	86,08	70,48	54,40	44,04	22,40	15,49	9,57	5,36	
2,4	2,8	4,0		0,3	0,5	IC-84	16	100	85,36	70,80	54,12	42,68	22,80	15,46	9,61	5,27	
						MEDIA		100	85,72	70,64	54,76	43,36	22,60	15,47	9,59	5,31	
2,4	2,8	4,0		0,3	0,5	FORMULA TRAB.		100	85,6	70,4	54,1	43,3	23,0	15,2	9,8	5,2	

M. O. F. - DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS - DIVISION DE MATERIALES

la salida de los mismos. El Vigilante Encargado del Control de Ligantes y Aridos les facilitará la información necesaria para la identificación de las partidas que representan las muestras.

Los ensayos se realizarán en el Laboratorio de Mezclas Bituminosas, cuyos laborantes entregarán la hoja de resultados al Técnico Encargado del mismo; quien comprobará la realización del ensayo, los resultados obtenidos, pasará los datos al correspondiente parte, y luego comunicará los resultados al Técnico Auxiliar de Construcción, quedándose una copia archivada en el Laboratorio.

En las casillas correspondientes a "Aridos combinados" se han dispuesto espacios para anotar la regulación de los dispositivos dosificadores, correspondientes al momento de la toma de muestras; dato que deberá ser facilitado por el Vigilante Encargado del Control de Ligantes y Aridos.

8.3. Parte de Control de la Mezcla Bituminosa (v. Fig 68)

La toma de muestras la realizarán los laborantes del Laboratorio de Mezclas Bituminosas, de acuerdo con las instrucciones recibidas del Técnico Auxiliar de Construcción. El Vigilante Encargado del Control de Mezclas Bituminosas reseñará el lugar y hora de la toma.

Los ensayos se realizarán en el Laboratorio de Mezclas Bituminosas, cuyo laborante entregará los resultados al Técnico Encargado del mismo; quien los comprobará y pasará los datos al Técnico Auxiliar de Construcción, quedándose una copia archivada en el Laboratorio.

En el apartado "Características", en la casilla "Temperatura" se reseñará la del momento de la compactación de las probetas. El tanto por ciento de compactación se calculará con respecto a la densidad utilizada durante la obtención de la fórmula de Trabajo.

En este mismo apartado se reseñará, o bien los resultados de las tres probetas realizadas durante la mañana y las tres de por la tarde o, en el caso de realizarse más de dos series, los resultados medios de cada serie de dos o tres probetas.

CONTROL DE MEZCLA BITUMINOSA

DIA 13/7/64

TEMPERATURAS

MATERIAL	LUGAR	H O R A S										MEDIA	
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18
ARIDOS	SECADOR	140	141	139	140	142	138	139	140	141	140		140
LIGANTE	ALIMENTACION	146	145	146	144	145	145	147	145	143	144		145
MEZCLA	CAMION	135	136	137	135	136	135	134	135	135	134		135

COMPOSICION

REF.	T O M A		TEMP	LIGANTE % PESO	CERNIDO			PONDERAL			ACUMULADO			%	
	LUGAR	HORA			1/2"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
MI-103	Mezclador	11 ³⁰	134	5.8	100	86.19		70.32	54.16	44.14	22.36	14.49	9.45	5.10	
MI-104	Camión	12 ⁰⁰	137	5.5	100	85.36		70.30	54.37	42.90	21.96	15.52	9.50	4.83	
MI-106	Mezclador	15 ⁰⁰	132	5.7	100	86.50		71.00	53.92	43.20	21.85	14.62	9.61	5.17	
MO-23	Camión	17 ⁰⁰	139	6.1	100	85.29		70.93	54.62	44.00	22.85	15.80	9.73	5.13	
MO-24	Mezclador	17 ²⁰	136	5.4	200	85.20		70.52	53.81	43.80	22.90	15.31	9.82	5.23	
MEDIA DEL DIA				5.8	100	85.68		70.74	54.17	43.58	22.54	15.10	9.63	5.09	
FORMULA TRABAJO				5.7	100	85.60		70.4	54.1	43.3	23.0	15.2	9.8	5.2	

CARACTERISTICAS

REF.	T O M A		TEMP	DENSIDAD kg / dm. ³	% COMPACT.	HUECOS %		ESTABILIDAD kg f	DEFORMACION 0,01"
	LUGAR	HORA				MEZCLA	RELLENOS		
MI-102	Mezclador	9 ⁰⁰	128	2.39	99.1	4.74	72.90	792	9
MI-103	"	11 ³⁰	126	2.35	97.5	6.24	66.92	835	10
MI-104	"	12	134	2.44	101.2	2.74	82.61	890	13
MI-105	"	14 ³⁰	135	2.42	100.4	3.54	78.49	853	14
MI-106	"	15 ⁰⁰	134	2.45	101.6	2.33	84.87	869	8
MI-107	"	17 ⁰⁰	129	2.39	99.1	4.74	72.90	876	12
MEDIA DEL DIA			130.5	2.40	99.5	4.33	74.73	852	10
FORMULA TRABAJO			130.0	2.41	100.00	4.00	78.00	870	12

RENDIMIENTO

HORAS TRABAJO		LECT. CONT. AMASIO-REV.		PESO FABRIC.		PLIGANTE kg. 28.5		TOTAL kg. 528.5		
COMIENZO	PARADA	HORAS	COMIENZO	PARADA	DIF.	t/h.	CONSUMO LIGANTES			
8	12	4	0	300	300	158.550	39.6	VOLUMEN CONSUMIDO	15000 l	
13	17	3	305	488	183	96.715	32.2	FACTOR CORRECCION TEMP.	0.9264	
							PESO CONSUMIDO t			14.2434
							% S / TOTAL MEZCLA			4.99
TOTAL ES DIA O MEDIAS		7			483	255,266	36.3	% S / TOTAL ARIDOS		5.25

COMPROBACION DE LA INSTALACION

TANQUES LIGANTES	Bien	SECADOR	Humo negro o las	14.30
ALIMENTACION PRIMARIA	Bien	MEZCLADOR	Bien	
CRIBA	Bien	DESCARGA MEZCLA	Bien	

Los datos de temperaturas, consumo de ligante, horas de -- trabajo, anomalías observadas, etc., los tomará el Vigilante En cargado del Control de Mezclas Bituminosas, para consignarlos - en el parte que redactará al final de la jornada el Técnico Auxiliar de Construcción.

La comprobación diaria de la instalación la realizará directamente el Técnico Auxiliar de Construcción.

8.4. Parte de Salida y Transporte de la Mezcla Bituminosa (v. Fig 69)

Este parte, en el que se recogen los datos de la salida y - transporte de la mezcla bituminosa, lo rellenará el Vigilante - Auxiliar de Control de Mezclas Bituminosas, y lo comprobará su Vigilante Encargado, quien lo entregará al final de la jornada al Técnico Auxiliar de Construcción. El citado Vigilante Auxi liar entregará al conductor del camión un vale donde constarán las toneladas transportadas, y la hora y temperatura de salida de la instalación, así como si se ha tomado muestra o no.

8.5. Parte de Inspección de la Puesta en Obra de la Mezcla Bituminosa (v. Fig 70)

Este parte está destinado a recoger todos los datos neces^a rios de la puesta en obra de la mezcla bituminosa.

Lo rellenará el Vigilante Encargado del Control de la P^{ue} sta en Obra.

El Vigilante anotará la hora de llegada, la temperatura y el lugar aproximado donde se extiende cada camión; y en la casilla de "Incidencias" hará constar cualquier deficiencia obser^v vada en el transporte o en el aspecto de la mezcla, así como -- aquellas incidencias que surjan durante la puesta en obra de la mezcla.

Asimismo anotará los datos de la obra realizada y meteorológicos indicados.

Además del control de compactación ejercido por un vigilan^{te} te al pié del tajo, se comprobará la calidad de la misma median^{te} te ensayos efectuados sobre muestras recogidas "in situ" a ser

SALIDA Y TRANSPORTE MEZCLA BITUMINOSA

DIA 13/7/64

HOJA Nº

M.O.P. - DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS - DIVISION DE MATERIALES

CAMION	LECTURA: CONTADOR Ó BASCULA			TONELADAS	SALIDA	
	INICIAL	FINAL	DIFERENCIA		TEMP.	HORA
M - 189.403	0	15	15	7.9275	135	8.15
M - 236.722	15	30	15	7.9275	135	8.27
M - 306.081	30	45	15	7.9275	136	8.39
M - 375.506	45	60	15	7.9275	136	8.51
M - 406.791	60	75	15	7.9275	135	9.03
M - 189.403	75	90	15	7.9275	137	9.15
M - 236.722	90	105	15	7.9275	136	9.27
M - 306.081	105	130	15	7.9275	137	9.39
M - 375.506	120	135	15	7.9275	136	9.51
M - 406.791	135	150	15	7.9275	134	10.03
M - 189.403	150	165	15	7.9275	134	10.15
M - 236.722	165	180	15	7.9275	135	10.27
M - 306.081	180	195	15	7.9275	136	10.39
M - 375.506	195	210	15	7.9275	135	10.51
M - 406.791	210	225	15	7.9275	134	11.03
M - 189.403	225	240	15	7.9275	136	11.15
M - 236.722	240	255	15	7.9275	136	11.27
M - 306.081	255	270	15	7.9275	133	11.39
M - 375.506	270	285	15	7.9275	134	12.51
M - 406.791	285	298	13	6.8700	135	12.03
M - 189.403	298	313	15	7.9275	136	14.15
M - 236.722	313	328	15	7.9275	137	14.26
M - 306.081	328	343	15	7.9275	135	14.37
M - 375.506	343	358	15	7.9275	134	14.48
M - 406.791	358	373	15	7.9275	136	14.59
M - 189.403	373	388	15	7.9275	137	15.10
M - 236.722	388	403	15	7.9275	135	15.21
M - 306.081	403	418	15	7.9275	139	15.32
M - 375.506	418	433	15	7.9275	134	15.43
M - 406.791	433	448	15	7.9275	134	15.54
M - 189.403	448	463	15	7.9275	135	16.05
M - 236.722	463	478	15	7.9275	136	16.16
M - 306.081	478	493	15	7.9275	135	16.27
M - 375.506	493	508	15	7.9275	134	16.38
M - 406.791	508	525	17	8.9845	135	16.49
SUMA				277.4620		

posible con una sonda tomamuestras, o en su defecto con escoplo.

La frecuencia mínima será de una comprobación de densidad "in situ" por cada dos mil metros cuadrados de capa de rodadura compactada.

Al mismo tiempo que se determina la densidad de la probeta tomada "in situ", se hará la comprobación de densidad, sobre una serie de tres probetas de comprobación moldeadas con un material procedente del mismo amasijo que el material de la probeta tomada "in situ".

Para lograr la identificación del amasijo se procederá como sigue:

En el Parte de "Salida y transporte de mezclas bituminosas" se consignará en la casilla correspondiente al camión afectado "probeta in situ", haciéndolo constar en el vale que se entrega al conductor del camión.

El Vigilante Encargado del Control de la Puesta en Obra, al recibir dicho vale dispondrá una estaca a la altura del lugar en que la extendidora haya depositado el amasijo señalado.

Después de que pase por el lugar señalado el equipo de compactación, el Vigilante marcará sobre la capa compactada el lugar donde se ha de tomar la probeta con la sonda.

8.6. Parte "Resumen Diario" (v. Fig 71)

El parte está designado a recoger diariamente todos los datos obtenidos durante el control de la instalación.

Lo rellenará al final de la jornada el Técnico Auxiliar de Construcción, anotando los valores medios obtenidos durante el día para los distintos materiales; también consignará los datos de la Fórmula de Trabajo para una rápida comprobación.

De este parte hará diariamente dos ejemplares; uno lo entregará al final de la jornada al Jefe de la Unidad de Construcción, y el otro lo archivará para su uso.

RESUMEN DIARIO

DIA 13/7/64

LIGANTE

RESULTADO DE ENSAYOS		CONSUMO (t)		
ADMISIBLE	INADMISIBLE	ANTERIOR	DEL DIA	TOTAL
		152.6217	14.2434	166.8651

ARIDOS

COMBINADOS	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO %												
FRIOS	1 1/2	1"	3/4	1/2	3/8	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200	
Medias		100	96.54	70.62	54.97	45.84			23.64	16.51	10.30	6.07	
Formula Trabajo		100	95.0	70.3	53.8	43.3			22.9	16.3	10.1	5.3	
CALIENTES													
Medio		100	85.72	70.64	54.76	43.36			22.60	15.47	9.59	5.31	
Formula Trabajo		100	85.6	70.4	54.1	43.3			23.0	15.2	9.8	5.2	

MEZCLA BITUMINOSA

COMPOSICION

TEMPERATURAS Medios 2 C		LIGANTE		CERNIDO PONDERAL ACUMULADO %												
ARIDOS Secador	140	%	5.25	1 1/2	1"	3/4	1/2	3/8	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200	
LIGANTE Alimentacion	145	MEDIA	5.8	100	85.68	70.74	54.17	43.58				22.54	15.10	9.63	5.09	
MEZCLA Camion	135	FORMULA TRABAJO	5.7	100	85.6	70.4	54.1	43.3				23.0	15.2	9.8	5.2	

RENDIMIENTO

CARACTERISTICAS

HORAS TRABAJO	7	DENSIDAD kg/dm ³	HUECOS %				ESTABILIDAD kg f	DEFORMACION 001"
			MEZCLAS	RELLENOS				
TONELADAS FABRICADAS	255.266	MEDIA	2.40	4.33	74.73	852	10	
t/H	36.3	FORMULA TRABAJO	2.41	4.00	78.00	870	12	

PUESTA EN OBRA

OBRA REALIZADA p.k. 48.60 al p.k. 49.383			DATOS CLIMATOLOGICOS			
ESPOSOR MEDIO	SUPERFICIE	VOLUMEN	TEMPERATURA MINIMA		LLUVIA	
			MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE
4 cm.	2818.8 m ²	112.752 m ³	21 °C	33 °C	NO	NO

INCIDENCIAS

INSTALACION	PUESTA EN OBRA
Humo negro secador 14.30 h	Juntas transversales p.k. 49.010
	Segregación p.k. 49.150

8.7. Parte Resumen de las Variaciones Diarias de las Características de la Mezcla Bituminosa (v. Fig 72)

El parte está concebido para recoger de forma gráfica las variaciones diarias de las características obtenidas durante el control de la mezcla bituminosa,

El parte, que deberá ser rellanado por el Técnico Auxiliar de Construcción, permitirá tener una visión de conjunto de las variaciones diarias de la fabricación, con objeto de observar - las tendencias o desviaciones que se producen y tomar las medidas oportunas.

Se deberán marcar las tolerancias con trazo rojo a lo largo de cada línea, para tenerlas bien destacadas.

El Técnico Auxiliar de Construcción deberá tenerlo siempre a la vista en lugar apropiado de la pared del Laboratorio.

CERRIDO P	φ 16		
	φ 30	23	26 30
	φ 60	15	18 13
	φ 100	10	13 7
	φ 200	5,2	8,0 2,1
LIGANTE			
% peso s/ aridos	5,7	6,0 5,2	
ESTABILIDAD (Kgf)			
	875	1000 750	
DEFORMACION			
	14	16 5	
% HUECOS EN MEZCLA			
	4	5 9	
% HUECOS EN ARIDOS RELLENOS DE LIGANTE			
	78	80 75	
DENSIDAD APARENTE DE LAS PROBETAS (kg / dm ³)			
	2,40	2,60 2,10	
DENSIDAD APARENTE IN-SITU (kg / dm ³)			
% COMPACTACION			
	100	105 95	

APENDICE Nº 1 - PRESCRIPCIONES SOBRE LIGANTES BITUMINOSOSDEFINICIONES

Ligante bituminoso: Mezcla de hidrocarburos de origen natural o pirogenado, o combinación de ambos, frecuentemente acompañados -- por sus derivados no metálicos; esencialmente soluble en sulfuro de carbono.

Ligante bituminoso líquido: Aquel cuya penetración, a veinticinco grados centígrados (25°C) es superior a trescientos cincuenta - (350) décimas de milímetro, bajo la acción de un peso de cincuenta gramos (50 g) durante un segundo (1 s).

Ligante bituminoso semisólido: Aquel cuya penetración, a veinticinco grados centígrados (25°C) es superior a diez (10) décimas de milímetro, bajo la acción de un peso de cien gramos (100 g) durante cinco segundos (5 s).

Betún asfáltico: Producto bituminoso semisólido, preparado a partir de hidrocarburos naturales, por destilación; que contiene un pequeño tanto por ciento de productos volátiles, y posee propiedades aglomerantes características.

Betún asfáltico fluidificado: Producto resultante de la incorporación, a un betún asfáltico, de fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo.

Betún asfáltico fluidificado de curado rápido: Aquel en el que la fluidificación del betún asfáltico se ha llevado a cabo con gasolina.

Betún asfáltico fluidificado de curado medio: Aquel en el que la fluidificación del betún asfáltico se ha llevado a cabo con keroseno.

Emulsión asfáltica directa: Dispersión de pequeñas partículas de -

un ligante bituminoso en agua o en una disolución acuosa, con un agente emulsionante.

Emulsión aniónica: Aquella en que el agente emulsionante es de tipo aniónico; o sea que en el fenómeno de electrolisis, las partículas de ligante se dirigen hacia el ánodo.

Emulsión catiónica: Aquella en que el agente emulsionante es de tipo catiónico; o sea que, en el fenómeno de electrolisis, -- las partículas de ligante se dirigen hacia el cátodo.

Alquitranes de hulla: Ligantes bituminoso semisólidos, procedentes de la destilación destructiva del carbón de hulla.

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

Ver cuadros de las páginas 141, 142, 143 y 144.

CARACTERISTICAS	UNIDAD	T I P O S													
		B 30/40		B 40/60		B 60-80		B 80/100		B 100/150		B 150/200		B 200/300	
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Penetración a 25° C, 100 g, 5 s.	0,1 mm	30	40	40	60	60	80	80	100	100	150	150	200	200	300
Índice de penetración		-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Pérdidas por calentamiento a 163° C, 5 h, en peso	%		0,5		0,5		0,5		1,0		1,0		1,0		1,5
Ductilidad 5 cm/min															
A 15° C	cm														
A 25° C	cm	40		60		80		100		100		100		100	
Penetración sobre el residuo después de las pérdidas por calentamiento, en % de la penetración original	%	75		75		75		75		75		75		75	
Solubilidad en Cl ₄ C (1)	%	99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5	
Punto de Fraas	°C		-2		-5		-8		-10		-12		-15		-18
Densidad relativa		1,00	1,07	1,00	1,07	1,00	1,07	1,00	1,05	1,00	1,05	1,00	1,05	0,99	1,05

(1) Si la solubilidad en Cl₄C es inferior al 99,5% y superior al 99%, se determinará la solubilidad en S₂C₁ debiendo ser la diferencia entre ambas solubilidades menor de 0,5%.

CARACTERISTICA	UNIDAD	T I P O S											
		MC 0		MC 1		MC 2		MC 3		MC 4		MC 5	
		mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
Punto de inflamación	°C	37,8		37,8		65,5		65,5		65,5		65,5	
Viscosidad Fuzol													
A 25°C	°	75	150										
A 50°C	°			75	150								
A 60°C	°					100	200	250	500				
A 82,2°C	°									125	250	300	600
Destilación (del volumen total destilado a 360°C)													
A 225°C	%		25		20		10		5		0		0
A 260°C	%	40	70	25	65	15	55	5	40		30		20
A 315,6°C	%	75	93	70	90	60	87	55	85	40	80	20	75
Residuo de la destilación a 360°C, en volumen, por diferencia	%	50		60		67		73		78		82	
Ensayos sobre el residuo de destilación													
Penetración a 25°C, 100g, 5s	0,1 mm	120	300	120	300	120	300	120	300	120	300	120	300
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min	cm	100		100		100		100		100		100	
Solubilidad en Cl ₄ (1)	%	99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5	

(1) Si la solubilidad en Cl₄ es inferior al 99,5 %, y superior al 99 %, se determinará la solubilidad en S₂C; debiendo ser la diferencia entre ambas solubilidades menor de 0,5 %.

A) CURADO RAPIDO

CARACTERISTICA	UNIDAD	T I P O S											
		RC 0		RC 1		RC 2		RC 3		RC 4		RC 5	
		mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
Punto de inflamación	°C					26,7		26,7		26,7		26,7	
Viscosidad Furol													
A 25°C	s	75	150										
A 50°C	s			75	150								
A 60°C	s					100	200	250	500				
A 82,2°C	s									125	250	300	600
Destilación del volumen to tel destilado a 360°C													
A 190°C	%	15		10									
A 225°C	%	55		50		40		25		8			
A 260°C	%	75		70		65		55		40		25	
A 316°C	%	90		88		87		83		80		70	
Residuo de la destilación a 360°C, en volumen, por diferencia	%	50		60		67		73		78		82	
Ensayo sobre el residuo de destilación													
Penetración a 25°C, 100g, 5 s	0,1mm	80	120	80	120	80	120	80	120	80	120	80	120
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min	cm	100		100		100		100		100		100	
Solubilidad en Cl ₄ C (1)	%	99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5	

(1) Si la solubilidad en Cl₄C es inferior al 99,5 %, y superior al 99 %, se determinará la solubilidad en S₂C; debiendo ser la diferencia entre ambas solubilidades menos de 0,5 %.

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	T I P O S								
		A N I O N I C A S				C A T I O N I C A S				
		Rotura rápida		Rotura media	Rotura lenta	Rotura rápida		Rotura media		Rotura lenta
		EAR-1	EAR-2	EAM	EAL	ECR-1	ECR-2	ECM-1	ECM-2	ECL
Viscosidad Saybolt-Furoi a 25°C	"	20-100	-	> 100	20-100	20-100	-	-	-	20-100
" " " 50°C	"	-	75-400	-	-	-	20-100	20-300	20-300	-
Carga de las partículas	"	neg.	neg.	neg.	neg.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.
pH	"	-	-	-	-	-	-	-	-	< 6,7
Agua, en volumen	%	< 43	< 38	< 38	< 43	< 40	< 35	< 25	< 28	< 43
Fluidificantes por destilación, en volumen	%	-	-	-	-	< 5	< 5	< 20	< 12	-
Sedimentación a los 5 días	%	< 3	< 3	< 3	< 3	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Tamizado: rechazo ponderal por tamiz # 20 ASTM	%	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Mezcla de cemento, en peso	%	-	-	-	< 2	-	-	-	-	< 2
Resistencia al desplazamiento por el agua	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aridos secos	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aridos húmedos	%	-	-	-	-	> 60	> 60	> 80	> 80	-
Demulsibilidad	"	-	-	-	-	-	-	> 60	> 60	-
35 ml Cl ₂ Ca, 0,02 N	%	> 60	> 50	-	-	-	-	-	-	-
50 ml Cl ₂ Ca, 0,10 N	%	-	-	< 30	-	-	-	-	-	-
Residuo de destilación:	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proporción en peso	%	> 57	> 62	> 62	> 57	> 57	> 62	> 57	> 62	> 57
Penetración a 25°C, 5e	0,1 mm	100-200	100-200	100-200	100-200 ^m	100-200	100-200	100-250	100-250	100-200 ^m
Solubilidad en Cl ₄ C, en peso	%	> 97,5	> 97,5	> 97,5	> 97,5	> 97,5	> 97,5	> 97,5	> 97,5	> 97,5
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min	cm	> 40	> 40	> 40	> 40	> 40	> 40	> 40	> 40	> 40

^m Para algunos usos especiales, puede ser aconsejable una penetración del residuo inferior a la señalada. En todos casos el límite inferior de la penetración del residuo será 40 x 0,1 mm, y la emulsión correspondiente se designará como EALL ó ECLL.

Nota: Se podrán fabricar y emplear emulsiones especiales que no cumplen las presentes Prescripciones, siempre que el fabricante indique claramente sus características, determinadas de acuerdo con los ensayos exigidos en este cuadro, y que éstas sean aceptadas por la Administración.

APENDICE Nº 2 - TABLAS DE CORRECCION DEL VOLUMEN EN
FUNCION DE LA TEMPERATURA

Betunes asfálticos

Ver cuadro de la página 146.

Betunes asfálticos fluidificados

Ver cuadro de la página 147.

Emulsiones asfálticas

Ver cuadro de la página 148.

TABLA BA 1

t = temperatura de medición (°C)

k = coeficiente multiplicativo del volumen medido, para reducirlo a volumen a 25°C.

t	k	t	k	t	k	t	k	t	k	t	k	t	k
-15*	1,0254	31*	0,9962	77*	0,9676	123*	0,9396	169*	0,9121	215*	0,8855		
-14*	1,0247	32*	0,9957	78*	0,9670	124*	0,9390	170*	0,9116	216*	0,8850		
-13*	1,0241	33*	0,9950	79*	0,9664	125*	0,9384	171*	0,9111	217*	0,8845		
-12*	1,0234	34*	0,9943	80*	0,9658	126*	0,9378	172*	0,9104	218*	0,8838		
-11*	1,0228	35*	0,9937	81*	0,9652	127*	0,9372	173*	0,9098	219*	0,8832		
-10*	1,0222	36*	0,9931	82*	0,9646	128*	0,9366	174*	0,9092	220*	0,8827		
-9*	1,0216	37*	0,9925	83*	0,9640	129*	0,9360	175*	0,9087	221*	0,8822		
-8*	1,0210	38*	0,9918	84*	0,9633	130*	0,9354	176*	0,9082	222*	0,8816		
-7*	1,0203	39*	0,9911	85*	0,9627	131*	0,9350	177*	0,9076	223*	0,8809		
-6*	1,0196	40*	0,9905	86*	0,9620	132*	0,9343	178*	0,9070	224*	0,8804		
-5*	1,0190	41*	0,9899	87*	0,9614	133*	0,9337	179*	0,9063	225*	0,8797		
-4*	1,0184	42*	0,9893	88*	0,9608	134*	0,9330	180*	0,9058	226*	0,8792		
-3*	1,0178	43*	0,9886	89*	0,9602	135*	0,9324	181*	0,9052	227*	0,8787		
-2*	1,0171	44*	0,9880	90*	0,9596	136*	0,9319	182*	0,9046	228*	0,8781		
-1*	1,0165	45*	0,9874	91*	0,9590	137*	0,9312	183*	0,9040	229*	0,8773		
0*	1,0158	46*	0,9868	92*	0,9584	138*	0,9306	184*	0,9034	230*	0,8769		
1*	1,0152	47*	0,9862	93*	0,9578	139*	0,9299	185*	0,9029	231*	0,8764		
2*	1,0146	48*	0,9855	94*	0,9572	140*	0,9294	186*	0,9023	232*	0,8758		
3*	1,0139	49*	0,9849	95*	0,9565	141*	0,9289	187*	0,9017	233*	0,8752		
4*	1,0133	50*	0,9843	96*	0,9560	142*	0,9282	188*	0,9010	234*	0,8746		
5*	1,0127	51*	0,9837	97*	0,9554	143*	0,9276	189*	0,9005	235*	0,8741		
6*	1,0121	52*	0,9831	98*	0,9547	144*	0,9270	190*	0,9000	236*	0,8736		
7*	1,0115	53*	0,9823	99*	0,9541	145*	0,9264	191*	0,8995	237*	0,8730		
8*	1,0108	54*	0,9817	100*	0,9535	146*	0,9260	192*	0,8989	238*	0,8723		
9*	1,0101	55*	0,9812	101*	0,9529	147*	0,9253	193*	0,8982	239*	0,8718		
10*	1,0094	56*	0,9806	102*	0,9523	148*	0,9246	194*	0,8976	240*	0,8712		
11*	1,0089	57*	0,9799	103*	0,9517	149*	0,9240	195*	0,8970	241*	0,8707		
12*	1,0082	58*	0,9794	104*	0,9511	150*	0,9235	196*	0,8965	242*	0,8701		
13*	1,0075	59*	0,9787	105*	0,9505	151*	0,9229	197*	0,8959	243*	0,8695		
14*	1,0068	60*	0,9781	106*	0,9499	152*	0,9223	198*	0,8953	244*	0,8690		
15*	1,0062	61*	0,9775	107*	0,9493	153*	0,9217	199*	0,8947	245*	0,8684		
16*	1,0057	62*	0,9769	108*	0,9487	154*	0,9211	200*	0,8941	246*	0,8679		
17*	1,0051	63*	0,9763	109*	0,9480	155*	0,9205	201*	0,8936	247*	0,8672		
18*	1,0044	64*	0,9757	110*	0,9474	156*	0,9200	202*	0,8930	248*	0,8667		
19*	1,0037	65*	0,9751	111*	0,9469	157*	0,9193	203*	0,8924	249*	0,8661		
20*	1,0031	66*	0,9744	112*	0,9462	158*	0,9187	204*	0,8918	250*	0,8656		
21*	1,0025	67*	0,9738	113*	0,9457	159*	0,9181	205*	0,8913	251*	0,8651		
22*	1,0019	68*	0,9731	114*	0,9450	160*	0,9176	206*	0,8907	252*	0,8645		
23*	1,0012	69*	0,9725	115*	0,9445	161*	0,9170	207*	0,8902	253*	0,8639		
24*	1,0006	70*	0,9719	116*	0,9438	162*	0,9164	208*	0,8895	254*	0,8632		
25*	1,0000	71*	0,9711	117*	0,9432	163*	0,9158	209*	0,8889	255*	0,8627		
26*	0,9994	72*	0,9707	118*	0,9426	164*	0,9152	210*	0,8884				
27*	0,9987	73*	0,9701	119*	0,9419	165*	0,9146	211*	0,8879				
28*	0,9981	74*	0,9695	120*	0,9414	166*	0,9141	212*	0,8873				
29*	0,9974	75*	0,9688	121*	0,9408	167*	0,9135	213*	0,8867				
30*	0,9968	76*	0,9682	122*	0,9402	168*	0,9128	214*	0,8861				

TABLA BF 1

t = Temperatura de medición (°C)

k = Coeficiente multiplicativo del volumen medido para reducirlo a volumen a 25°C

t	k	t	k	t	k	t	k
-15°	1,0290	26°	0,9993	67°	0,9702	108°	0,9420
-14°	1,0283	27°	0,9986	68°	0,9695	109°	0,9413
-13°	1,0276	28°	0,9978	69°	0,9688	110°	0,9406
-12°	1,0258	29°	0,9971	70°	0,9681	111°	0,9399
-11°	1,0261	30°	0,9964	71°	0,9675	112°	0,9392
-10°	1,0254	31°	0,9957	72°	0,9668	113°	0,9385
- 9°	1,0246	32°	0,9950	73°	0,9660	114°	0,9378
- 8°	1,0238	33°	0,9942	74°	0,9653	115°	0,9372
- 7°	1,0231	34°	0,9935	75°	0,9647	116°	0,9366
- 6°	1,0224	35°	0,9928	76°	0,9640	117°	0,9359
- 5°	1,0217	36°	0,9922	77°	0,9633	118°	0,9351
- 4°	1,0210	37°	0,9915	78°	0,9626	119°	0,9345
- 3°	1,0203	38°	0,9907	79°	0,9619	120°	0,9338
- 2°	1,0195	39°	0,9900	80°	0,9612	121°	0,9332
- 1°	1,0188	40°	0,9893	81°	0,9605	122°	0,9325
0°	1,0181	41°	0,9886	82°	0,9599	123°	0,9318
1°	1,0174	42°	0,9879	83°	0,9591	124°	0,9311
2°	1,0167	43°	0,9872	84°	0,9584	125°	0,9305
3°	1,0159	44°	0,9865	85°	0,9578	126°	0,9299
4°	1,0152	45°	0,9858	86°	0,9571	127°	0,9292
5°	1,0144	46°	0,9850	87°	0,9564	128°	0,9284
6°	1,0138	47°	0,9843	88°	0,9556	129°	0,9278
7°	1,0130	48°	0,9835	89°	0,9549	130°	0,9271
8°	1,0122	49°	0,9828	90°	0,9542	131°	0,9265
9°	1,0115	50°	0,9822	91°	0,9536	132°	0,9257
10°	1,0108	51°	0,9815	92°	0,9529	133°	0,9250
11°	1,0101	52°	0,9808	93°	0,9522	134°	0,9243
12°	1,0094	53°	0,9800	94°	0,9515	135°	0,9237
13°	1,0086	54°	0,9793	95°	0,9508	136°	0,9231
14°	1,0079	55°	0,9787	96°	0,9502	137°	0,9224
15°	1,0072	56°	0,9780	97°	0,9494	138°	0,9217
16°	1,0065	57°	0,9773	98°	0,9488	139°	0,9210
17°	1,0058	58°	0,9765	99°	0,9481	140°	0,9203
18°	1,0050	59°	0,9758	100°	0,9474	141°	0,9198
19°	1,0043	60°	0,9752	101°	0,9468	142°	0,9191
20°	1,0036	61°	0,9745	102°	0,9461	143°	0,9184
21°	1,0029	62°	0,9738	103°	0,9454	144°	0,9177
22°	1,0022	63°	0,9730	104°	0,9447	145°	0,9171
23°	1,0014	64°	0,9724	105°	0,9440		
24°	1,0007	65°	0,9717	106°	0,9434		
25°	1,0000	66°	0,9710	107°	0,9427		

TABLA EA 1

t = temperatura de medición (°C)

k = coeficiente multiplicativo del volumen medido para reducirlo a volumen a 25°C

t	k	t	k	t	k	t	k
15º	1,00450	28º	0,99862	41º	0,99276	54º	0,98687
16º	1,00405	29º	0,99817	42º	0,99231	55º	0,98643
17º	1,00360	30º	0,99773	43º	0,99185	56º	0,98598
18º	1,00314	31º	0,99728	44º	0,99140	57º	0,98553
19º	1,00270	32º	0,99682	45º	0,99095	58º	0,98507
20º	1,00225	33º	0,99636	46º	0,99050	59º	0,98462
21º	1,00180	34º	0,99591	47º	0,99004	60º	0,98417
22º	1,00135	35º	0,99547	48º	0,98959	61º	0,98371
23º	1,00090	36º	0,99501	49º	0,98914	62º	0,98327
24º	1,00044	37º	0,99456	50º	0,98870	63º	0,98281
25º	1,00000	38º	0,99411	51º	0,98823	64º	0,98236
26º	0,99953	39º	0,99365	52º	0,98778	65º	0,98191
27º	0,99908	40º	0,99321	53º	0,98733		

APENDICE Nº 3 - CORRESPONDENCIA ENTRE LAS NORMAS DGC
EMPLEADAS EN LAS INSTRUCCIONES PARA EL CONTROL DE FA
BRICACION Y PUESTA EN OBRA DE MEZCLAS BITUMINOSAS Y
LAS NORMAS DEL LABORATORIO DEL TRANSPORTE.

<u>Norma DGC</u>	<u>Título</u>	<u>Norma NLT correspondiente</u>
1.064	Equivalente de arena	NLT-113/58
2.01	Toma de muestras de áridos	NLT-148/63
2.02	Granulometría de áridos	
2.021	Por tamizado y lavado	NLT-150/63
2.022	Del filler mineral	NLT-151/63
2.023	Del material que pasa por el tamiz # 200 ASTM	NLT-152/63
2.03	Peso específico y absorción	
	De los áridos gruesos	NLT-153/63
	De los áridos finos	NLT-154/63
	Del filler	NLT-155/63
2.10	Índice de desgaste en la má- quina de "Los Angeles"	NLT-149/63
3.03	Determinación de agua en li- gantes	
3.032	En emulsiones de betún	NLT-139/63
3.04	Determinación de la penetra- ción en ligantes	NLT-124/63
3.12	Determinación de la viscosi- dad en ligantes	
3.121	En betunes de penetración y fluidificados	NLT-133/63
3.13	Destilación en ligantes	
3.131	En betunes fluidificados	NLT-134/63
3.132	En emulsiones de betún	NLT-139/63
5.02	Proyecto de mezclas bituminosas	
5.021	Método Marshall	NLT-159/63
5.022	Método Hubbard-Field	NLT-160/64
5.03	Inmersión-compresión	
5.05	Determinación del contenido de betún por centrifugación	NLT-164/58
5.06	Análisis granulométrico de los áridos extraídos	NLT-165/63

The image shows a book cover with a marbled paper pattern in shades of grey and black. A vertical yellow stripe runs along the right edge. At the bottom left, there is a white rectangular label with black text.

MOP SECRETARIA GENERAL TECNICA
Servicio de Publicaciones