



SECCIÓN DE: D.G.O.Y.S.P.

OFICIO No.: 1364/2018

EXPEDIENTE: PNTRANSP/2018

Asunto: Respuesta solicitud

**MTRA. ADRIANA LIZETH PEREA ESCALANTE.**  
**DIRECTORA DE LA UNIDAD DE TRANSPARENCIA.**  
**P R E S E N T E.**

Dando cumplimiento al Principio de Buena Fe, establecido en el artículo 8 fracción I de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Sinaloa, me permito dar contestación a la solicitud de información vía **Plataforma Nacional de Transparencia Sinaloa**, con número de folio **01358218**, de fecha 20 de octubre de 2018, interpuesta por el **Consejo Ciudadano de Vigilancia y Transparencia**, en donde requiere lo siguiente:

*"Respecto al contrato No. CONT-SERVICIO-DGOP-DC-01-17 en el que se incluye la siguiente calle: Calle José Godoy Ruiz del tramo de la Calle Ramón Medina Núñez a Javier Claudio Ruiz en Ej. Chávez Talamantes de la sindicatura Gustavo Díaz Ordaz.*

*Solicitamos la siguiente información que resultaron de los estudios:*

- 1.-Resultados topográficos de niveles y escurrimientos*
- 2.-Análisis de la mecánica de suelos, sobre el terreno natural*
- 3.-Diseño de terracerías, base y sub-base incluyendo granulometría y grados de compactación*
- 4.-Diseño del riego de impregnación de la base con asfalto indicando su tipo y litros por metro cuadrado.*
- 5.-Diseño de la Carpeta ya sea de concreto asfáltico o de concreto hidráulico indicando su granulometría, resistencia y espesor."*

Atendiendo su requerimiento de información, la documentación que se nos solicita se ha enviado con esta fecha, en archivo digital a los siguientes correos:

Medios.aip@ahome.gob.mx y infomex.aip@ahome.gob.mx

Sin más por el momento, me despido y quedo a sus órdenes.

Atentamente  
"Ahome, trabajamos contigo"  
Los Mochis, Sin., a 31 de octubre de 2018

Ing. Josué Jacinto Sánchez Ruelas  
Director General de Obras y Servicios Públicos

C.C.P' C. Ing. Ricardo Maldonado Islas.-Director de Obras Públicas-Pte.  
C.C.P' Archivo.  
06PNTRANSP0787.1364.18



H. AYUNTAMIENTO DE AHOME  
DEGOLLADO Y CUAUHTEMOC  
COL. CENTRO, LOS MOCHIS, SIN.  
R.F.C. MAH-170101-300

**AHOME**  
TRABAJAMOS CONTIGO

TELÉFONOS:  
CONMUTADOR: (668) 816 40 00  
OFICINA: (668) 816 40 22  
FAX (668) 816 50 06





✉ arq.jesustapia@gmail.com

MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA.  
CP 81270

☎ 668 171 8960

**PROYECTO:**

# **INFORME TÉCNICO MECÁNICA DE SUELOS DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE**

**LA CALLE JOSE GODOY RUIZ TRAMO:  
CALLE RAMON MEDINA NUÑEZ A CALLE  
JAVIER CLAUDIO RUIZ, EJIDO CHAVEZ  
TALAMANTES, MUNICIPIO DE AHOME,  
SINALOA.**

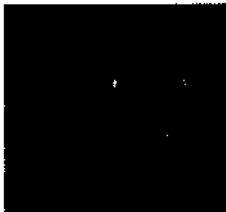
**PROPIETARIO:**

**MUNICIPIO DE AHOME, SINALOA.**

**ELABORÓ:**

**Arq. Jesús Ernesto Tapia Castro  
Cédula 7460395**





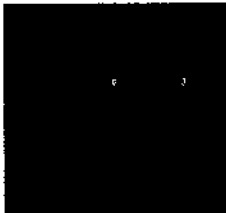
✉ arq.jesustapia@gmail.com

MOCTEZUMA 1965 SUR  
FRACC. AMPLIACION  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA,  
CP 81275

📞 668 171 8960

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
2. CROQUIS DE UBICACIÓN DEL TERRENO
  - 1.1 MACROLOCALIZACIÓN
  - 1.2 MICROLOCALIZACIÓN
3. CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS
4. PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL TERRENO
5. REPORTE FOTOGRAFICO.
6. RESULTADOS DE LABORATORIO (PRUEBAS INDICE Y MECANICAS)
7. ESTRATIGRAFÍA Y PROPIEDADES
8. BANCO DE PRESTAMO (UBICACIÓN)
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES (ESPECIFICACIONES DE CALIDAD Y RECOMENDACIONES GENERALES)



✉ [arquiesustap-a@gmail.com](mailto:arquiesustap-a@gmail.com)

MOCHEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA  
CP 81270

📞 668 171 8960

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento es un informe técnico del estudio de mecánica de suelos, que servirá de apoyo al proyecto: ***“DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE JOSE GODOY RUIZ TRAMO: CALLE RAMON MEDINA NUÑEZ A CALLE JAVIER CLAUDIO RUIZ”***, que se localiza en el Ejido Chávez Talamantes, Gustavo Díaz Ordaz; Sinaloa.

El mencionado estudio consiste en efectuar un reconocimiento del sitio del proyecto para definir, en los puntos de interés que se requieran, las características mecánicas del suelo existente.

Se realizaron pozos a cielo abierto con equipo mecánico (retroexcavadora), hasta la profundidad requerida para el diseño del pavimento, posteriormente y a partir de la estratigrafía encontrada, se extrajeron muestras alteradas a diferentes profundidades y se realizó una serie de ensayos de laboratorio para estimar la capacidad de carga admisible en los puntos del presente estudio.



✉ arq.jesustapia@gmail.com

MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA.  
CP 81270

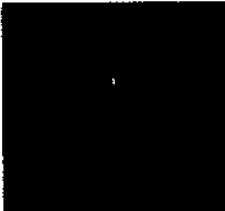
📞 668 171 8960

## 2. CROQUIS DE UBICACIÓN DEL TERRENO

### 2.1 MACROLOCALIZACIÓN



Ubicación del sitio del proyecto en Villa Gustavo Díaz Ordaz, Sinaloa.

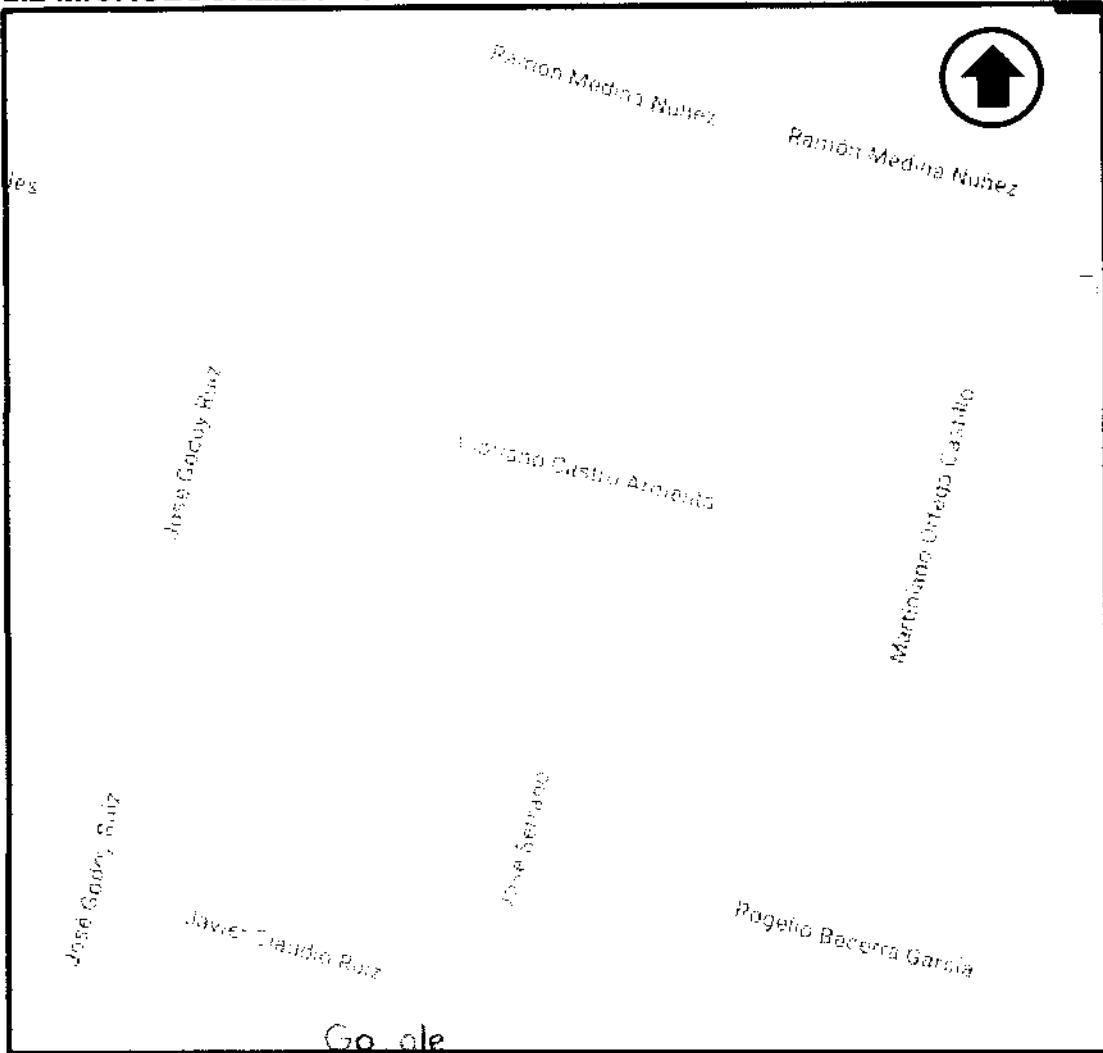


✉ [arqujesustapia@gmail.com](mailto:arqujesustapia@gmail.com)

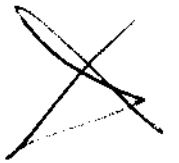
MOCTEZUMA 1965 SUR  
FRACC. AMPLIACION  
SAN FERNANDO,  
EDS. MOCHIS, SINALOA  
CP 81070

📞 668 171 8960

## 2.2 MICROLOCALIZACIÓN



Localización del sitio de proyecto en Ejido Chávez Talamantes.



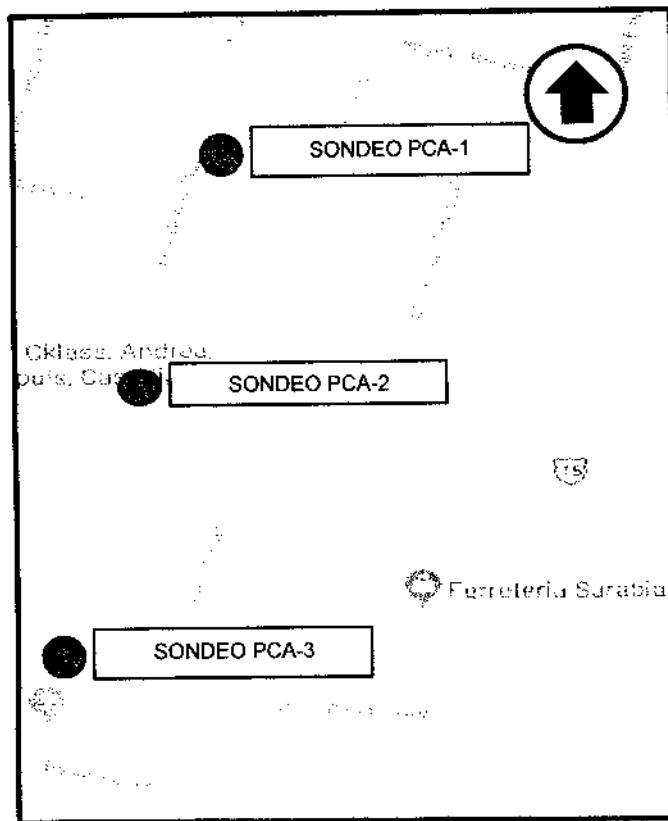


✉ aru.jesuclapia@gmail.com

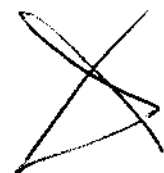
MOCTEZUMA 1965 SUR  
FRACC. AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA  
CP 81270

☎ 668 171 8960

### 3. CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS (S-1, S-2 Y S-3)



Localización del sondeos de proyecto calle José Godoy Ruiz.



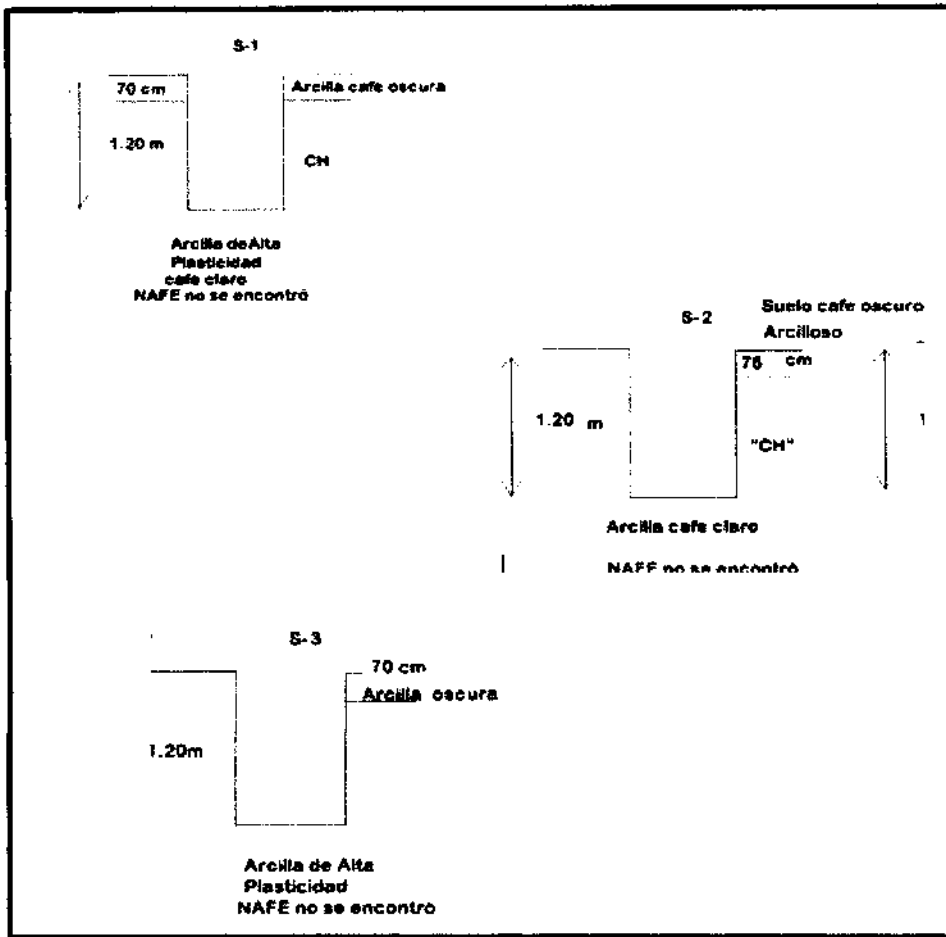


arquiestapas@gmail.com

MOCTEZUMA 1965 SUR  
FRACC. AMPLIACION  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS SINALOA  
CP 81270

668 171 8960

#### 4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL TERRENO





✉ arq.jesustapia@gmail.com

MOCTEZUMA 1955 SUR,  
FRACC AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA.  
CP 81270

📞 668 171 8960

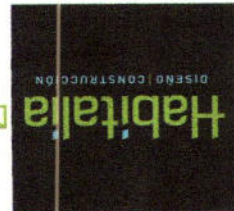
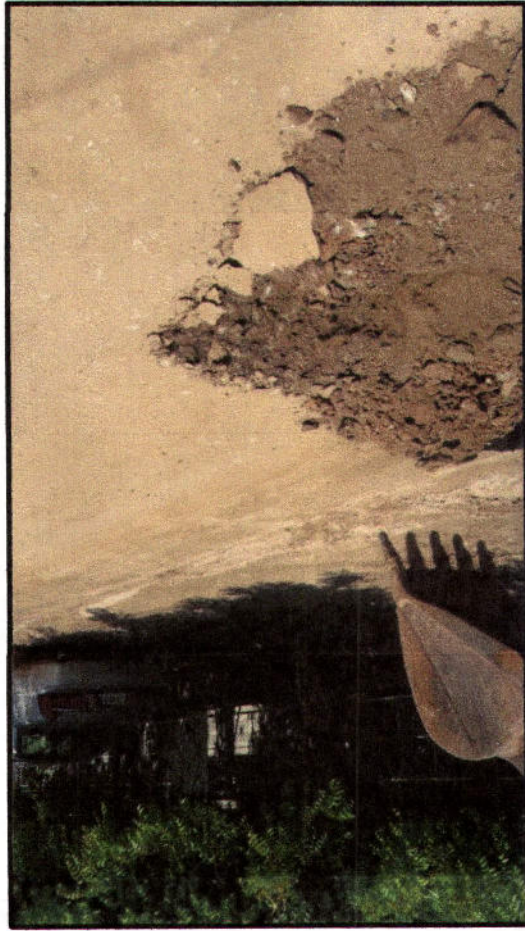
## 5. REPORTE FOTOGRÁFICO

### REFERENCIA DEL SONDEO PCA- 1



### REFERENCIA DEL SONDEO PCA -2





arquitectos@habitatia.com

MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACION  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA,  
CP 81270

668 171 8960





arq.jesustapia@gmail.com

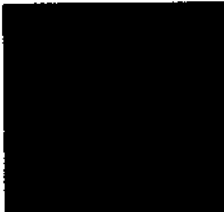
MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA.  
CP 81270



668 171 8960

### REFERENCIA DEL SONDEO PCA – 3





✉ [arqujesustapia@gmail.com](mailto:arqujesustapia@gmail.com)

MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA  
CP 81270

☎ 668 171 8960

## 6. RESULTADOS DE LABORATORIO

A las muestras que se transportaron al laboratorio se le realizaron los ensayos para la determinación de las pruebas índice y mecánicas.

Para las muestras alteradas las pruebas que se realizaron son: Análisis Granulométrico, Humedad Natural, Límites de Plasticidad, Prueba PORTER, Y VRS por citar algunas.

En la obtención del Peso Volumétrico Natural ( $PV_{Nat} = \rho_h \text{ nat}$ ) fue el obtenido in situ mediante una cala; éstas pruebas se les conoce como las pruebas mecánicas.

La totalidad de los ensayos se realizaron siguiendo las normas aceptadas por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, los suelos se identificaron y clasificaron basándose en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).



arqjesustapal@gmail.com

MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACION  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA,  
CP 81270

668 171 8960

### LIMITES DE CONSISTENCIA

#### IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

**OBRA:** PAVIMENTACION DE CONCRETO HIDRAULICO EN VIALIDADES **FECHA:** 12/01/2018

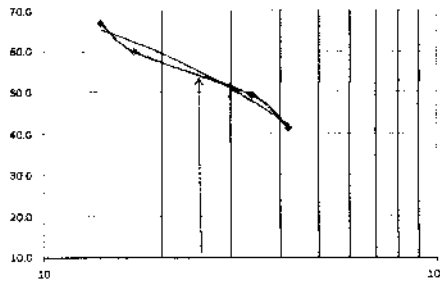
**LOCALIZACION:** CALLE JOSE GODOY RUIZ TRAMO: CALLE RAMON MEDINA NUÑEZ A CALLE JAVIER CLAUDIO RUIZ EJ. CHAVEZ TALAMANTES

#### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

CAPSULA No.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + Wh	PESO CAP. +Ws	PESO AGUA	PESO CAPSULA	PESO Ws	CONTENIDO AGUA %
71	43	64.69	55.67	9.02	34.33	21.34	42.3
88	30	71.78	58.99	12.79	32.91	26.08	49.0
68	19	69.13	55.48	13.65	32.44	23.04	59.2
77	13	84.26	64.10	20.16	34.87	29.23	69.0

#### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

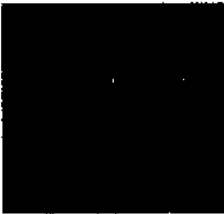
CAPSULA No.	PESO CAP. + Wh	PESO CAP. +Ws	PESO AGUA	PESO CAPSULA	PESO Ws	CONTENIDO AGUA %
20	71.51	63.31	8.20	32.43	30.87	26.5



#### OBSERVACIONES

LIMITE LIQUIDO (%) = 56.9  
LIMITE PLASTICO (%) = 26.5  
INDICE PLASTICO (%) = 30.4





✉ arq.jesustapia@gmail.com

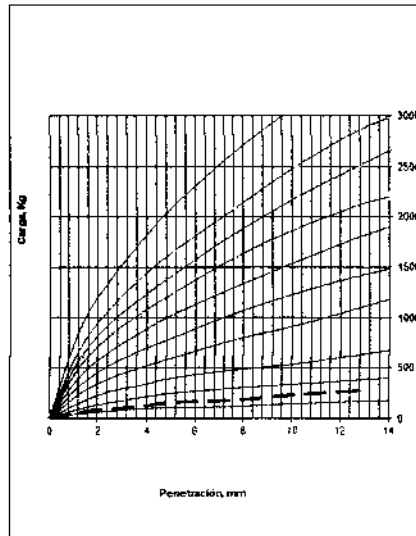
MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA  
CP 31070

☎ 668 171 8960

### PRUEBA PORTER ESTANDAR Y VALOR RELATIVO DE SOPORTE

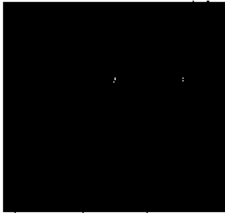
**OBRA:** PAVIMENTACION DE CONCRETO HIDRAULICO EN VIALIDADES **Fecha:** 12/ENE/2018  
**LOCALIZACION:** CALLE JOSE GODOY RUIZ TRAMO: CALLE RAMON MEDINA NUÑEZ A CALLE JAVIER CLAUDIO RUIZ EJ. CHAVEZ TALAMANTES

VOLUMEN		PESO VOL. MAXIMO		CONTENIDO DE HUMEDAD	
Molde Número	26	Peso mat. Seco. (gr)		Tipo de secado	
Altura del molde (cm.)	12.7	Agua agregada (cm3)	323	Bote num.	17
Alt. Faltante (cm.)	3.30	Peso mat. Hum. (gr)	4000	Peso mat. Hum. (gr)	500
Alt. Material (cm.)	9.40	P.V. Húmedo (Kg/m3)	2185	Peso mat. Seco (gr)	449.7
Area del molde (cm <sup>2</sup> )	194.8	Hum. Óptima (%)	11.2	Peso del agua (gr)	50.3
Vol. Material (cm <sup>3</sup> )	1830	P.V.S.M. (Kg/m3)	1966	Humedad (%)	11.2



Penetración (mm.)	Carga (Kg)
0	0
1.27	76
2.54	102
3.81	111
5.08	158
7.62	193
10.16	248
12.70	261
V.R.S (%) =	7.5
Expansión (%) =	1.21

Observaciones



✉ arq.jesustap@gmail.com

MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MUCHIS SINALOA  
CP 81270

📱 668 171 8960

## 7. ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES

En base a las pruebas realizadas (índices y mecánicas) en laboratorio y a la exploración hecha en campo se realiza la siguiente descripción del perfil estratigráfico encontrado en el predio estudiado:

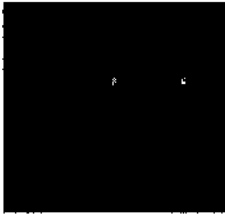
### SONDEO A CIELO ABIERTO (PCA -1)

**De 0.00 a 0.70 m** (70 cm) se encontró un material consistente en una capa de Arcilla café oscura con humedad natural de 7.5%.

**De 0.70 m hasta 1.2 m (promedio)(profundidad de excavación)** se tiene un suelo Arcilloso café claro con partículas de caliche, que de acuerdo al S.U.C.S se clasifica en un **"Arcilla inorgánico de Alta plasticidad (MH)"** basados a las pruebas de granulometría que tiene un **43.30% de arenas y 56.70% de finos**, de las pruebas de plasticidad tiene un Limite Líquido (LL) = **78.40 %**, Limite Plástico (LP) = **42.5%** y un Índice Plástico (IP) = **35.90%**; La humedad natural a la profundidad de 1.0 m es 12.4%. Se determinó un Peso volumétrico Seco Máximo (PVSM) = 1580 Kg/m<sup>3</sup>, con humedad óptima de 18.6% y un Valor Relativo de Soporte (VRS) = 5.8%

Se determinó el peso Volumétrico Natural de 1.766 T/m<sup>3</sup>.

El nivel de aguas freáticas (NAF) No se determinó a la profundidad de excavación.



✉ andjeudstapia@gmail.com

MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACIÓN  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA  
CP 81070

☎ 668 171 8960

### SONDEO A CIELO ABIERTO (PCA -2)

**De 0.00 a 0.75 m (75 cm)** se encontró un material consistente en una capa de Arcilla café oscura con humedad natural de 8.5%.

**De 0.50 m hasta 1.2 m (promedio)(profundidad de excavación)** se tiene un suelo Arcilloso café claro con partículas de caliche, que de acuerdo al S.U.C.S se clasifica en un **"Arcilla inorgánico de Alta plasticidad (MH)"** basados a las pruebas de granulometría que tiene un **40.80% de arenas y 59.20% de finos**, de las pruebas de plasticidad tiene un Limite Líquido (LL) = **56.90 %**, Limite Plástico (LP) = **26.50%** y un Índice Plástico (IP) = **30.40%**; La humedad natural a la profundidad de 1.0 m es 13.60%. Se determinó un Peso volumétrico Seco Máximo (PVSM) = 1966 Kg/m<sup>3</sup>, con humedad óptima de 11.20% y un Valor Relativo de Soporte (VRS) = 7.50%

Se determinó el peso Volumétrico Natural de 1.730 T/m<sup>3</sup>.

El nivel de aguas freáticas (NAF) No se determinó a la profundidad de excavación.

### SONDEO A CIELO ABIERTO (PCA -3)

**De 0.00 a 0.70 m (70 cm)** se encontró un material consistente en una capa de Arcilla café oscura con humedad natural de 7.5%.

**De 0.70 m hasta 1.2 m (promedio)(profundidad de excavación)** se tiene un suelo Arcilloso café claro con partículas de caliche, que de acuerdo al S.U.C.S se clasifica en un **"Arcilla inorgánico de Alta plasticidad (MH)"** basados a las pruebas de granulometría que tiene un **34.60% de arenas y 65.40% de finos**, de las pruebas de plasticidad tiene un Limite Líquido (LL) = **75.50 %**, Limite Plástico (LP) = **44.5%** y un Índice Plástico (IP) = **31.0%**; La humedad natural a la profundidad de 1.0 m es 14.54%. Se determinó un Peso volumétrico Seco Máximo (PVSM) = 1620 Kg/m<sup>3</sup>, con humedad óptima de 16.58% y un Valor Relativo de Soporte (VRS) = 5.20%

Se determinó el peso Volumétrico Natural de 1.712 T/m<sup>3</sup>.

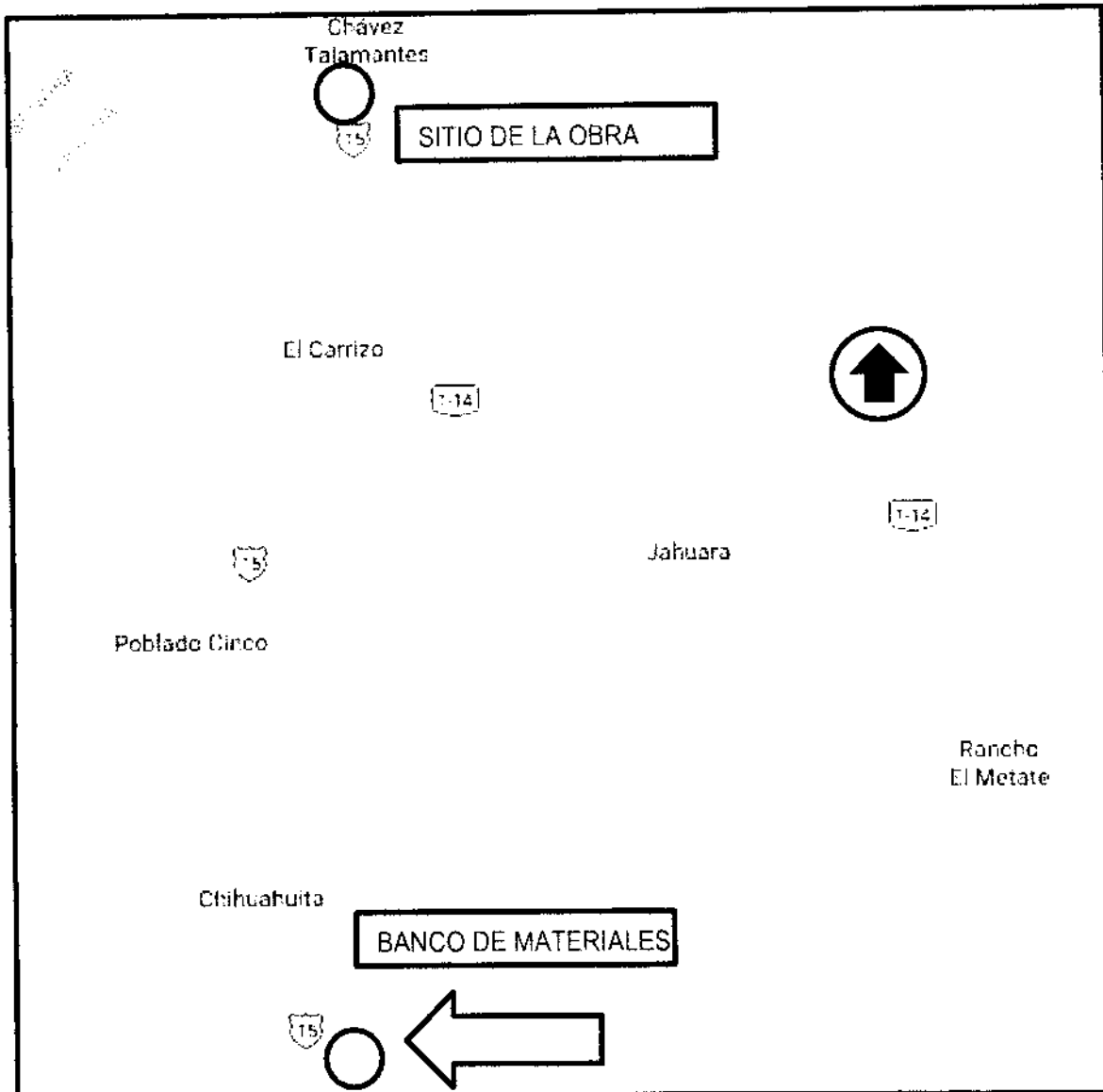


✉ [proyectosustapa@gmail.com](mailto:proyectosustapa@gmail.com)

MOCHEZUMA 1966 SUR  
FRACC. AMPOLLACIÓN  
SAN FERNANDO,  
05 MOCHIS, SINALOA  
CP 81270

📞 668 171 8960

## 8. BANCO DE PRESTAMO (UBICACIÓN)





✉ [arq.estuapria@gmail.com](mailto:arq.estuapria@gmail.com)

MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACION  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA  
C.P. 81270

📞 668 171 8960

## 9.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### (ESPECIFICACIONES DE CALIDAD Y RECOMENDACIONES GENERALES)

Una vez efectuado el procedimiento de exploración y muestreo del sitio, de realizar pruebas en laboratorio y de analizar en gabinete las características físicas y mecánicas del suelo en estudio, se concluye y debe de considerarse lo siguiente:

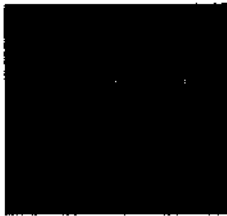
a).- El estudio estratigráfico nos arroja que el subsuelo está constituido en forma heterogénea por **dos capas** hasta la profundidad de excavación (1.50 m) que consiste la primera en una capa de materia vegetal **con 10 cm en promedio** relativamente seco, **el segundo material Arcilloso con alto porcentaje de finos altamente plásticos** y es el terreno natural a partir de los 20 cm. de profundidad que consiste en **una ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD**.

b).- Se observa que la humedad natural en promedio de 7.3 % en el primer estrato y de 15.6 % a un metro de profundidad

c).- De los Niveles de Aguas Freáticas, éste **NO** se estableció (Estático) hasta la profundidad de excavación de 1.50 m.

d).- De acuerdo a las especificaciones de diseño sísmico RDF-76, al tipo de terreno (tipo II) y la zona sísmica (B) a la que corresponde la ubicación del suelo en estudio, se deberá considerar un coeficiente sísmico (c) de 0.20; que se deberá multiplicar por 1.3 siempre y cuando se tengan estructuras del grupo A.

e).- Al realizar la excavación en los sondeos mediante retroexcavadora, se presentó una estabilidad en taludes verticales hasta la profundidad donde No hay empuje por el No afloramiento del Nivel de Aguas Freáticas.



✉ ara.jesustapia@gmail.com

MOCTEZUMA 1965 SUR,  
FRACC. AMPLIACION  
SAN FERNANDO,  
LOS MOCHIS, SINALOA  
CP 81270

☎ 668 171 8960

f).- Es necesario mejorarlo con tratamiento mecánico (préstamo de material de banco y compactación).

g).- Cómo se tiene un suelo que tiene muy poca resistencia a la penetración al ensaye de Valor Relativo de Soporte (VRS de 6 % en promedio) es necesario mejorarlo con tratamiento mecánico (compactación), para mejorarlo al abrir caja como mínimo 40 cm según niveles de rasantes de terracería

h).- El proyecto de espesores del pavimento elaborada con material INERTE que cumpla con lo requerido por la S.C.T. para material de calidad SUB-BASE compactada al 95 % de su Peso Volumétrico Seco Máximo con espesor mínimo de 60 cm. encima de una capa de Material Calidad SUB - BASE en capas de 20 cm. espesor y esta a su vez por encima del terreno natural tratado y mejorado mecánicamente en los primeros 20 cm. compactado al 90% mínimo de su peso volumétrico Seco Máximo. Que contenga una pendiente suave para el buen desalojo de aguas pluviales.

i).- Otras alternativas pueden ser:

1.- Una capa de material calidad Sub-Base de 30 cm. de espesor y por encima otra capa de 20 cm. de material calidad Base.

2.- Una capa de 40 cm. de material calidad Sub-Base y 10 cm de material para Base.

Todas las capas arriba mencionadas se deberán compactar al 95% mínimamente de su Peso Volumétrico Seco Máximo; Previamente a la colocación de las capas se recomienda dar un tratamiento al material del terreno natural en la primera capa en la zona de construcción, dándole un tratamiento mecánico que alcance el 90 % de grado de compactación mínimo de su Peso Volumétrico Seco Máximo promedio y humedad óptima.

### **ESPECIFICACIONES DE CALIDAD Y RECOMENDACIONES GENERALES DE LA S.C.T. DERIVADO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE (IMT)**

SCT. N-CMT-4-02-002/11. LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.  
PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS. TÍTULO: 02. Materiales para Subbases y Bases.  
CAPÍTULO: 0C2. Materiales para Bases Hidráulica



DATOS DEL PROYECTO

PROPIETARIO:  
MUNICIPIO DE AHOME

UBICACIÓN:  
JOSÉ GODOY RUIZ, RAMÓN MEDINA NÚÑEZ A JAVIER CLAUDIO RUIZ, CHAVEZ TALAMANTES

NOTAS GENERALES

- COTAS EN METROS.
- NIVELES EN METROS.
- NO SE TOMARÁN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO.

FIRMAS Y SELLOS

ELABORÓ:

ING. JOSÉ DE JESUS ESPINO OSUNA

RFC: EIOJ-620218-LC9  
CEDULA PROF. 1953891  
IMSS 23-81-62-4791  
REGISTRO PADRON MUNICIPAL DE MAZATLAN #077

CONTRATO:  
CONC-DGOP-DC-08-17

"ELABORACIÓN DEL BANCO DE PROYECTOS RELATIVOS AL PROGRAMA DE PAVIMENTACIÓN DE VIALIDADES DE MUNICIPIO DE AHOME, SINALOJA".

NOMBRE DEL PROYECTO

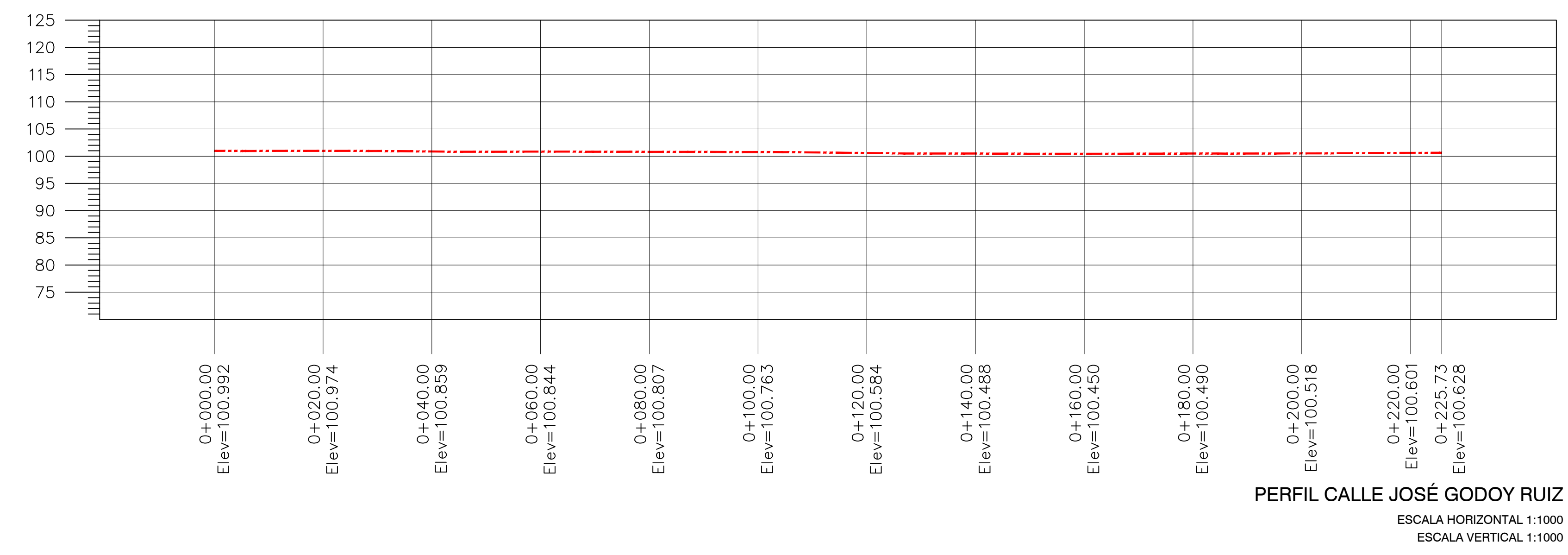
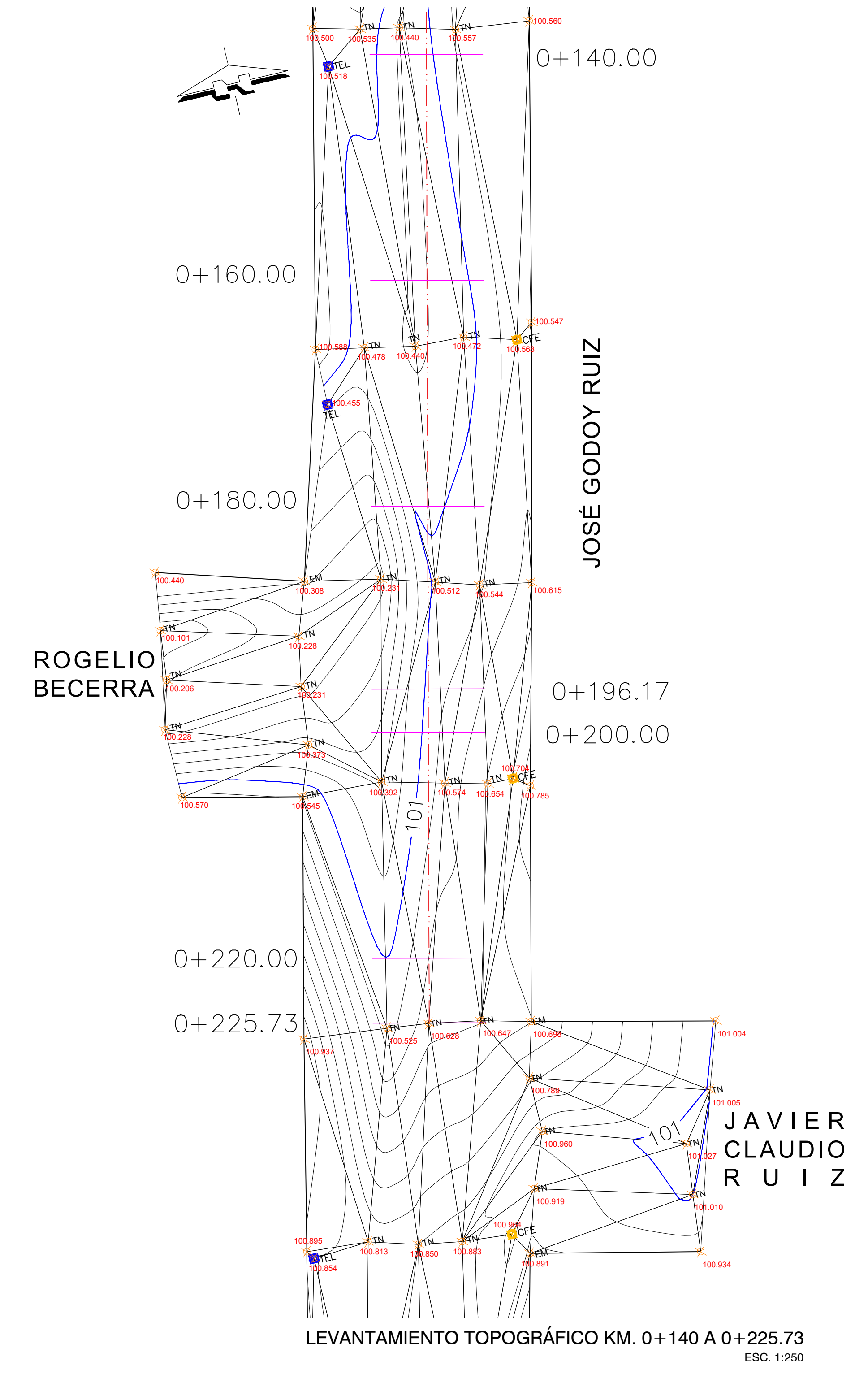
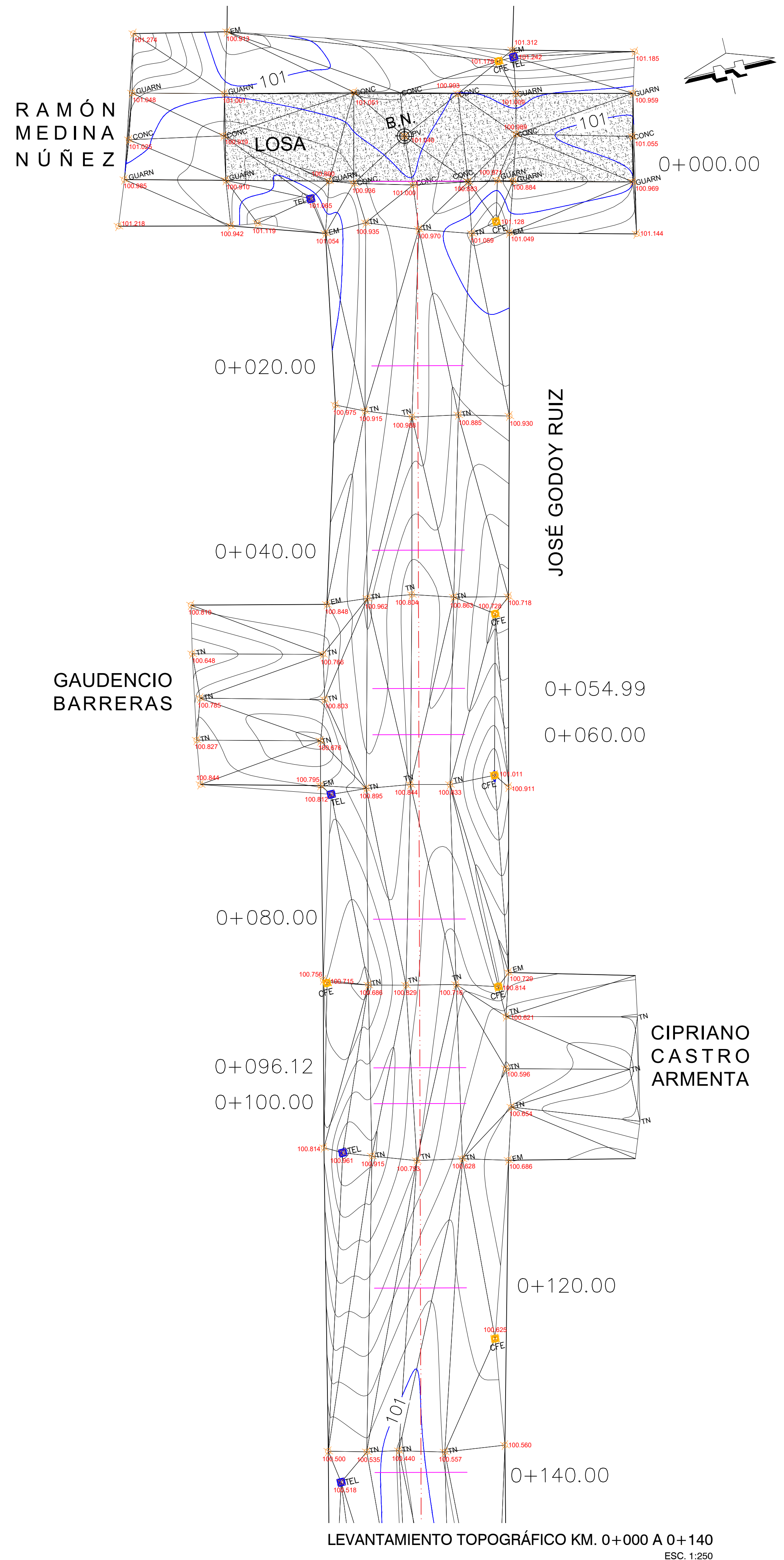
**JOSÉ GODOY RUIZ**

CONTENIDO DEL PLANO

- LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
- PERFIL DE TERRENO NATURAL

FECHA: 2018

01



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO KM. 0+000 A 0+140  
ESC. 1:250

PERFIL CALLE JOSÉ GODOY RUIZ  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:1000

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE  
LOS MATERIALES**

**PARTE: 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS**

**TÍTULO: 02. Materiales para Concreto Hidráulico**

**CAPÍTULO: 005. Calidad del Concreto Hidráulico**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene las características de calidad del concreto hidráulico que se utilice en la construcción de estructuras.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

El concreto hidráulico es una combinación de cemento Pórtland, agregados pétreos, agua y en ocasiones aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente.

**B.1.** De acuerdo con su función, el concreto hidráulico se clasifica como:

**B.1.1. Concreto hidráulico clase 1**

Es el concreto cuya masa volumétrica, en estado fresco, está comprendida entre dos mil doscientos (2 200) y dos mil cuatrocientos (2 400) kilogramos por metro cúbico, determinada de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP·2·02·053, *Características del Concreto con Includor de Aire*.

Al alcanzar su fraguado final, tendrá una resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) igual a veinticuatro coma cinco (24,5) megapascales (250 kg/cm<sup>2</sup>) o mayor.

## B.1.2. Concreto hidráulico clase 2

Es el concreto cuya masa volumétrica, en estado fresco, está comprendida entre mil ochocientos (1 800) y dos mil doscientos (2 200) kilogramos por metro cúbico, determinada de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP-2-02-053, *Características del Concreto con Inklusor de Aire*.

Al llegar a su fraguado final, tendrá una resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) menor de veinticuatro coma cinco (24,5) megapascales (250 kg/cm<sup>2</sup>).

**B.2.** De acuerdo con su forma de elaboración, el concreto hidráulico se clasifica como:

### B.2.1. Concreto hidráulico hecho en obra

Se fabrica en la obra mediante un equipo mecánico ligero denominado revoladora, dosificando generalmente sus componentes en volumen, o bien con equipos mayores como plantas dosificadoras, donde el proporcionamiento se hace por masa.

### B.2.2. Concreto premezclado

Se dosifica o premezcla en una planta, por lo general no ubicada dentro de la obra, y posteriormente se le transporta en camiones mezcladores o de volteo al sitio requerido. La dosificación siempre se hace en masa. Si la planta sólo dosifica, ésta introduce los materiales a un equipo revolador mecánico automotor, con capacidad promedio de seis (6) metros cúbicos, el cual, durante el trayecto de la planta a la obra, realiza el mezclado.

## C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con los siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Calidad del Cemento Pórtland .....	N·CMT-2-02-001
Calidad de Agregados Pétreos para Concreto Hidráulico .....	N·CMT-2-02-002
Calidad del Agua para Concreto Hidráulico .....	N·CMT-2-02-003

Calidad de Aditivos Químicos para Concreto Hidráulico .....	N-CMT-2-02-004
Características del Concreto con Inclusor de Aire M-MMP-2-02-053	
Muestreo de Concreto Hidráulico .....	M-MMP-2-02-055
Revenimiento del Concreto Fresco .....	M-MMP-2-02-056
Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto .....	M-MMP-2-02-058
Resistencia a la Tensión de Cilindros de Concreto .....	M-MMP-2-02-059
Índice de Rebote del Concreto mediante Esclerómetro .....	M-MMP-2-02-061

## D. REQUISITOS DE CALIDAD PARA EL CONCRETO HIDRÁULICO

El concreto y los componentes que lo constituyen, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

### D.1. REQUISITOS DE LOS COMPONENTES

#### D.1.1. Cemento Pórtland

El cemento Pórtland cumplirá con lo indicado en la Norma N-CMT-2-02-001, *Calidad del Cemento Pórtland*. Cuando el proyecto no especifique el tipo de cemento por usar en cada caso, se debe entender que se trata de cemento Pórtland ordinario (CPO).

#### D.1.2. Agregados

**D.1.2.1.** Los agregados cumplirán con lo indicado en la Norma N-CMT-2-02-002, *Calidad de Agregados Pétreos para Concreto Hidráulico*.

**D.1.2.2.** El tamaño máximo del agregado se seleccionará de acuerdo con las características del elemento estructural y con lo indicado por el proyecto o aprobado por la Secretaría, considerando que las dimensiones del agregado grueso no serán mayores que:

- Un quinto ( $1/5$ ) de la menor distancia horizontal entre caras de los moldes,

- Un tercio ( $\frac{1}{3}$ ) del espesor de las losas,
- Dos tercios ( $\frac{2}{3}$ ) de la separación horizontal libre mínima entre varillas, paquetes de varillas o tendones de presfuerzo.

### D.1.3. Agua

El agua de mezclado cumplirá con lo estipulado en la Norma N-CMT-2-02-003, *Calidad del Agua para Concreto Hidráulico*.

### D.1.4. Aditivos

Quando se haga uso de aditivos, éstos cumplirán con lo indicado en la Norma N-CMT-2-02-004, *Calidad de Aditivos Químicos para Concreto Hidráulico*, así como con las especificaciones establecidas por el fabricante para su uso, según sea el caso.

## D.2. REVENIMIENTO

**D.2.1.** El revenimiento es la primera prueba que se le practica a un concreto en estado fresco, de acuerdo con lo establecido en el Manual M-MMP-2-02-056, *Revenimiento del Concreto Fresco*. Cuando no existan especificaciones al respecto, se aplicarán los valores nominales señalados en la Tabla 1 de esta Norma.

**TABLA 1.- Valor nominal y tolerancias para el revenimiento**

Unidades en cm

Revenimiento	Tolerancia	Consistencia
Menor de 5 <sup>[1]</sup>	± 1,5	Baja
Entre 5 y 10 <sup>[2]</sup>	± 2,5	Media
Mayor de 10 <sup>[3]</sup>	± 3,5	Alta

[1] Para elementos colados en planta bajo vibración pesada. Pavimentos de calles, carreteras y aeropuertos; secciones macizas grandes.

[2] Para pavimentos, losas para construcciones, cajones de cimentación, cimentaciones, losas estructurales, muros de subestructuras, columnas reforzadas normales, trabes, concreto para bombeo reforzadas.

[3] Para secciones especialmente difíciles y congestionadas, en las cuales no puede emplearse la vibración. Revenimiento mayor de 18 cm no se recomienda para uso alguno, excepto cuando se utilicen aditivos.

- D.2.2.** En caso de que el revenimiento sea inferior al límite especificado, aun considerando la tolerancia, el concreto podrá ser aceptado si no existen dificultades para su colocación.
- D.2.3.** El revenimiento del concreto estará dentro de los valores permisibles, durante los primeros treinta (30) minutos medidos a partir de que llegue a la obra. El periodo máximo de espera en el sitio de entrega es de treinta (30) minutos, manteniendo el equipo de transporte a una velocidad de agitación de seis (6) revoluciones por minuto.

**D.3. TEMPERATURA**

- D.3.1.** La temperatura máxima del concreto producido con materiales calentados para compensar las bajas temperaturas, no excederá de treinta y dos (32) grados Celsius en el momento de la producción y colocación.
- D.3.2.** En el caso de climas fríos, el Contratista de Obra procurará mantener la temperatura del concreto arriba de los límites indicados en la Tabla 2 de esta Norma.

**TABLA 2.- Temperatura del concreto**

Unidades en grados Celsius (°C)

Temperatura ambiente	Temperatura mínima del concreto	
	Secciones delgadas y losas sobre pisos	Secciones gruesas y concreto masivo
7 a -1	16	10
-2 a -18	18	13
< de -18	21	16

- D.3.3.** En climas cálidos, la temperatura máxima del concreto en el momento de la producción y colocación no excederá de treinta y dos (32) grados Celsius y no presentará una evaporación mayor de un (1) litro por metro cuadrado por hora.
- D.3.4.** Para contrarrestar el efecto de las temperaturas ambientales altas, se podrá considerar la conveniencia de enfriar los materiales y la posibilidad de enfriar el agua, sin que la temperatura del concreto fresco descienda a menos de diez (10) grados Celsius.

- D.3.5.** Para mejorar la resistencia al congelamiento y deshielo, según el tamaño máximo nominal de agregado, se podrán emplear los porcentajes de contenido total de aire indicados en la Tabla 3 de esta Norma.

**TABLA 3.- Contenido total de aire según el tamaño del agregado**

Tamaño nominal del agregado mm	Contenido total de aire recomendado según tipo de exposición, %		
	Ligero	Mediano	Severo
75	1,5	3,5	4,5
50	2,0	4,0	5,0
40	2,5	4,5	5,5
25	3,0	4,5	6,0
20	3,5	5,0	6,0
13	4,0	5,5	7,0
10	4,5	6,0	7,5

- D.3.6.** El intervalo del contenido total de aire en el concreto estará indicado en el proyecto o será aprobado por la Secretaría, de acuerdo con las condiciones particulares de cada obra. Se realizarán pruebas para determinar el contenido de aire, de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-053, *Características del Concreto con Includor de Aire*.

- D.3.7.** Se evitarán contenidos de aire superiores a los indicados en la Tabla 3 de esta Norma, ya que pueden reducir la resistencia a la compresión sin lograr una protección adicional.

#### **D.4. RESISTENCIA**

- D.4.1.** El concreto alcanzará la resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) o a la tensión ( $T$ ), a los veintiocho días de edad, que se haya establecido en el proyecto, con las tolerancias allí indicadas.
- D.4.2.** Para verificar la resistencia a la compresión o a la tensión, se elaborarán especímenes de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-055, *Muestreo de Concreto Hidráulico* y serán probados conforme a los procedimientos indicados en

los Manuales M·MMP·2·02·058, *Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto* y M·MMP·2·02·059, *Resistencia a la Tensión de Cilindros de Concreto*, según corresponda.

**D.4.3.** Cuando sea necesario determinar el índice de rebote en el concreto endurecido, para evaluar la uniformidad superficial del concreto en el sitio, para delimitar zonas o áreas de diferentes resistencias o concreto deteriorado en las estructuras, así como para indicar cambios en las características del concreto a través del tiempo, se realizará la prueba descrita en el Manual M·MMP·2·02·061, *Índice de Rebote del Concreto mediante Esclerómetro*.

**D.4.4.** Cuando los resultados obtenidos de especímenes cilíndricos indiquen baja resistencia del concreto o porque existan evidencias de un mal acomodo o de curado, se deberá evaluar la resistencia mediante núcleos extraídos de la zona en donde fue colocado el concreto en duda. Por cada zona se probarán tres núcleos, el promedio de estos no será menor del ochenta y cinco (85) por ciento de la resistencia de proyecto ( $f'_c$ ) y ningún valor será menor del setenta y cinco (75) por ciento de la de proyecto.

### D.5. VOLUMEN

**D.5.1.** El volumen de una carga de concreto establecida, se determinará a partir de la masa total de los materiales de la mezcla, dividido entre la masa volumétrica del concreto mismo.

**D.5.2.** La masa volumétrica se determina en el concreto fresco, de acuerdo en lo establecido en el Manual M·MMP·2·02·053, *Características del Concreto con Inclusor de Aire*, antes de su colocación y será el promedio de por lo menos tres (3) mediciones, cada una efectuada en una muestra obtenida de diferentes revolturas hechas en obra por un mismo equipo y cuadrilla de trabajo. En el caso de concreto premezclado, las muestras se obtendrán de diferentes entregas con el mismo equipo y operador.

**D.5.3.** El volumen elaborado o suministrado, determinado tal como se indica en los Incisos D.5.1. y D.5.2. de esta Norma, se podrá aceptar con una tolerancia de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento respecto a la cantidad establecida.

- D.5.4.** Se entenderá que el volumen de concreto endurecido puede ser o aparentar ser, menor que el suministrado debido al desperdicio, derrame, sobre excavaciones, ensanchamiento o falta de calafateo en las cimbras, alguna pérdida de aire incluido, asentamiento de las mezclas húmedas y evaporación del agua, lo cual deberá tomarse en cuenta.

### **D.6. REQUISITOS DE MEZCLADO**

El concreto elaborado con mezcladora estacionaria o camión mezclador o agitador deberá satisfacer los requisitos de uniformidad de mezclado del concreto indicados en la Tabla 4 de esta Norma.

#### **D.6.1. Concreto mezclado en planta**

Las mezcladoras serán operadas dentro de los límites de capacidad y velocidad designados por el fabricante del equipo. El tiempo de mezclado será medido desde el momento en que estén todos los materiales en el interior de la mezcladora, incluyendo el agua.

- D.6.1.1.** Se harán pruebas de uniformidad a los concretos con revenimiento inferior a cinco (5) centímetros, para determinar el tiempo de mezclado con el equipo que vaya a emplearse, de acuerdo con la Tabla 4 de esta Norma.

- D.6.1.2.** Cuando no se realicen pruebas de uniformidad de mezclado en el concreto con revenimiento mayor de cinco (5) centímetros, el tiempo de mezclado no será menor de un (1) minuto. Para mezcladoras de mayor capacidad, el tiempo mínimo indicado será aumentado en quince (15) segundos por cada metro cúbico o fracción de capacidad adicional.

- D.6.1.3.** Cuando se hayan hecho pruebas de uniformidad de mezclado y las mezcladoras sean cargadas a la capacidad estipulada para esas circunstancias en particular, el tiempo de mezclado aceptable puede ser reducido siempre y cuando se logre un mezclado satisfactorio.

**TABLA 4.- Requisitos de uniformidad de mezclado del concreto**

Prueba	Diferencia máxima permisible entre pruebas con muestras obtenidas de dos porciones diferentes de la descarga <sup>[1]</sup>
1.-Masa volumétrica, kg/m <sup>3</sup>	15
2.-Contenido de aire, % del volumen del concreto determinado para concretos con aire incluido	1
3.- Revenimiento, cm: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el revenimiento promedio es menor de 6 cm</li> <li>• Si el revenimiento promedio está comprendido entre 6 y 12 cm</li> <li>• Si el revenimiento promedio es superior a 12 cm</li> </ul>	1,5  2,5  3,5
4.-Cantidad de agregado grueso retenido en la malla N°4 (4,75 mm), % de la masa de la muestra	6
5.-Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días de edad de cada muestra, basado en la resistencia promedio de todos los especímenes de prueba, % <sup>[2]</sup>	10 <sup>[3]</sup>

[1] Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta Tabla se obtendrán de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga. (Principio: del 10 al 15% del volumen. Final: del 85 al 90 % del volumen)

[2] No menos de tres cilindros serán elaborados y probados para cada muestra

[3] La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada antes de obtener los resultados de la prueba de resistencia

**D.6.1.4.** Cuando se inicie el mezclado del concreto en una revolvedora estacionaria y se complete en el camión mezclador, el tiempo de mezclado en la revolvedora estacionaria podrá ser exclusivamente el requerido para entremezclar los ingredientes, considerando que después de cargar el camión mezclador será necesario un mezclado adicional a la velocidad especificada en la placa metálica del camión, que normalmente es de diez (10) a doce (12) revoluciones por minuto, para que el concreto alcance los requisitos indicados en la Tabla 4

de esta Norma, pero sin que la olla exceda de trescientas (300) vueltas o una hora y media (1,5) después de la incorporación del agua a los componentes mezclados. Si se requiere un mezclado adicional en el camión previo a la descarga, este se realizará a la velocidad de agitación, que por lo regular es de dos (2) a seis (6) revoluciones por minuto.

Regularmente, es conveniente hacer pruebas en el concreto, para verificar que se cumpla con los requisitos de uniformidad que se indica en la Tabla 4 de esta Norma.

- D.6.1.5.** Se considera que el concreto cumple con los requisitos de uniformidad cuando por lo menos los resultados de cuatro (4) pruebas de cinco (5) concuerden con los valores de la Tabla 4 de esta Norma.

### **D.6.2. Concreto mezclado en camión**

Quando el concreto sea mezclado totalmente en el camión revoledor, se requerirán de setenta (70) a cien (100) revoluciones a la velocidad de mezclado especificada (normalmente de diez (10) a doce (12) revoluciones por minuto). En el caso de requerirse mezclado adicional en el camión mezclador, éste se realizará a la velocidad de agitación, que por lo general es de dos (2) a seis (6) revoluciones por minuto. En caso de duda sobre la uniformidad de mezclado, el Contratista de Obra podrá realizar las pruebas indicadas y con base en los resultados, aceptar o rechazar el uso del camión mezclador, el cual no podrá utilizarse hasta que sea corregido. Cuando se encuentre satisfactorio el mezclado de algún camión mezclador, el mezclado de otros del mismo diseño y con el mismo estado de espas podrá considerarse igualmente satisfactorio.

## **E. TRANSPORTE**

- E.1.** El transporte y descarga total del concreto del camión mezclador se hará dentro de la primera hora y media (1,5) posterior a la introducción inicial del agua de mezclado. En condiciones especiales de temperatura ambiente, empleo de aditivos y otros, esta limitación del tiempo de descarga puede modificarse de común acuerdo entre el fabricante y el Contratista de Obra.

- E.2.** El concreto mezclado en planta puede ser transportado en equipo no mezclador, sólo si la caja del equipo de transporte es metálica, lisa, estanca y equipada con compuertas que permitan controlar la descarga del concreto y que eviten la segregación, fuga de mortero o lechada y esté cubierta con lona para proteger al concreto. El concreto será entregado en el lugar de trabajo en un tiempo no mayor de treinta (30) minutos, considerados desde la adición del agua e inicio del mezclado hasta su descarga total, con excepción del concreto que utilice aditivos retardantes, que puede ser mayor de acuerdo con lo indicado por el fabricante del aditivo y lo aprobado por la Secretaría.

## F. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

- F.1.** El concreto hidráulico debe cumplir con todos los requisitos indicados en esta Norma, en el proyecto y en las Normas de los Libros CTR. *Construcción* o CSV. *Conservación* que procedan.
- F.2.** Para que un concreto hidráulico sea aceptado por la Secretaría, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote o suministro, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, en el proyecto y en las Normas de los Libros CTR. *Construcción* o CSV. *Conservación* que procedan, según el tipo de concreto indicado en el proyecto; dicho certificado será expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría. En cualquier momento la Secretaría puede verificar la calidad del concreto suministrado, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·2·02·055, *Muestreo de Concreto Hidráulico* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en esta Norma.

## G. BIBLIOGRAFÍA

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., Norma Mexicana NMX-C-155-ONNCCE -2004, *Industria de la Construcción-Concreto Hidráulico-Especificaciones*, México (2004).

Comisión Federal de Electricidad, *Manual de Tecnología del Concreto*, Sección 2,3 y 4, México (1994).

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

---

N-CMT-2-02-005/04

American Concrete Institute, *Cement and Concrete Terminology*, Detroit, Mich, EUA (1990).

Powers, T.C., *The Properties of Fresh Concrete*, John Wiley and Sons Inc., New York, NY, EUA (1968).

Neville, A.M. y Brooks, J.J., *Concrete Technology*, Longman Scientific and Technical, Longman Group, Essex, Inglaterra (1987).

Portland Cement Association, *Principles of Quality Concrete*, John Wiley and Sons Inc, New York, NY, EUA (1975).



**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE  
LOS MATERIALES**

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO: 02. Materiales para Subbases y Bases**

**CAPÍTULO: 002. Materiales para Bases Hidráulicas**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los requisitos de calidad que cumplirán los materiales que se utilicen en la construcción de bases hidráulicas de pavimentos asfálticos y de pavimentos de concreto hidráulico.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Son materiales granulares, que se colocan normalmente sobre la subbase o la subrasante, para formar una capa de apoyo para una carpeta asfáltica, para una capa de rodadura asfáltica o para una carpeta de concreto hidráulico.

Estos materiales, según el tratamiento que recibieron, pueden ser:

**B.1. MATERIALES CRIBADOS**

Son las arenas, gravas y limos, así como las rocas alteradas y fragmentadas, que al extraerlos quedan sueltos o pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria y que para hacerlos utilizables, requieren de un tratamiento mecánico de cribado, con el equipo adecuado, para eliminar las partículas mayores que el tamaño máximo establecido en esta Norma y satisfacer la composición granulométrica.

**B.2. MATERIALES PARCIALMENTE TRITURADOS**

Son los poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos o pueden ser



## CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N·CMT·4·02·002/11

disgregados y que para hacerlos utilizables, requieren un tratamiento mecánico de trituración parcial y cribado, con el equipo adecuado, para aprovechar las partículas mayores que el tamaño máximo establecido en esta Norma y satisfacer la composición granulométrica.

### B.3. MATERIALES TOTALMENTE TRITURADOS

Son los materiales extraídos de un banco o pepenados, que requieren un tratamiento mecánico de trituración total y cribado, con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

### B.4. MATERIALES MEZCLADOS

Son los que se obtienen mediante la mezcla de dos o más de los materiales a que se refieren las Fracciones B.1. a B.3., en las proporciones necesarias para satisfacer los requisitos de calidad establecidos en esta Norma.

B.5. En cada caso la elección del tratamiento más conveniente corresponderá al Contratista de Obra, asegurándose que se cumplan los requisitos de calidad de esta Norma.

## C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con los siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Subbases y Bases .....	N·CTR·CAR·1·04·002
Construcción de Subbases o Bases Hidráulicas ..	N·CSV·CAR·4·02·004
Criterios Estadísticos de Muestreo .....	M·CAL·1·02
Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base .....	M·MMP·4·01·001
Granulometría.....	M·MMP·4·01·003
Límites de Consistencia .....	M·MMP·4·01·006
Valor Soporte de California (CBR) .....	M·MMP·4·01·007
Equivalente de Arena .....	M·MMP·4·01·008
Desgaste Los Ángeles .....	M·MMP·4·01·009
Compactación AASHTO .....	M·MMP·4·01·010
Grado de Compactación .....	M·MMP·4·01·011
Partículas Alargadas y Lajeadas .....	M·MMP·4·01·016

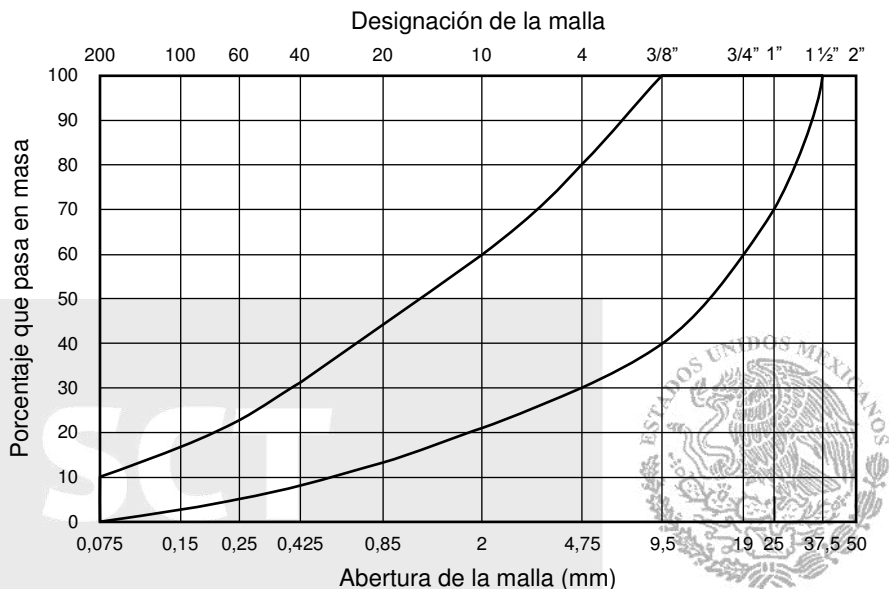
**D. REQUISITOS DE CALIDAD PARA BASES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO**

El material cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado, que se emplee en la construcción de bases para pavimentos asfálticos o para pavimentos de concreto hidráulico, cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- D.1.** El material para la base hidráulica será cien (100) por ciento producto de la trituración de roca sana, cuando el tránsito esperado durante la vida útil del pavimento ( $\Sigma L$ ) sea mayor de diez (10) millones de ejes equivalentes acumulados de ocho coma dos (8,2) toneladas; cuando ese tránsito sea de uno (1) a diez (10) millones, el material contendrá como mínimo setenta y cinco (75) por ciento de partículas producto de la trituración de roca sana y si dicho tránsito es menor un (1) millón, el material contendrá como mínimo cincuenta (50) por ciento de esas partículas.
- D.2.** Cuando inmediatamente después de la construcción de la base se coloque una carpeta de concreto hidráulico, el material para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 1 y se muestran en la Figura 1, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 2 de esta Norma.

**TABLA 1.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico**

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	
37,5	1½"	100
25	1"	70 - 100
19	¾"	60 - 100
9,5	⅜"	40 - 100
4,75	Nº4	30 - 80
2	Nº10	21 - 60
0,85	Nº20	13 - 44
0,425	Nº40	8 - 31
0,25	Nº60	5 - 23
0,15	Nº100	3 - 17
0,075	Nº200	0 - 10



**FIGURA 1.- Zona granulométrica recomendable de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico**

**TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico**

Característica	Valor %
Límite líquido <sup>[1]</sup> , máximo	25
Índice plástico <sup>[1]</sup> , máximo	6
Equivalente de arena, mínimo <sup>[1]</sup>	40
Valor Soporte de California (CBR), mínimo <sup>[1, 2]</sup>	80
Desgaste Los Ángeles, máximo <sup>[1]</sup>	35
Partículas alargadas y lajeadas, máximo	40
Grado de compactación <sup>[1, 3]</sup> , mínimo	100

[1] Determinado mediante el procedimientos de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

[2] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[3] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

**D.3.** Cuando inmediatamente después de la construcción de la base se coloque una carpeta de mezcla asfáltica de granulometría densa, ya sea en caliente o en frío, el material para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 3 y se muestran en la Figura 2, considerando que el tamaño máximo de sus partículas no será mayor de veinte (20) por ciento del espesor de la base, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 4 de esta Norma, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de ocho coma dos (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento ( $\Sigma L$ ).

**TABLA 3.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa**

Malla		Porcentaje que pasa <sup>[1]</sup>	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ <sup>[2]</sup>	$\Sigma L > 10^6$ <sup>[2]</sup>
75	3"	100	100
50	2"	85 - 100	85 - 100
37,5	1½"	75 - 100	75 - 100
25	1"	62 - 100	62 - 90
19	¾"	54 - 100	54 - 83
9,5	⅜"	40 - 100	40 - 65
4,75	Nº4	30 - 80	30 - 50
2	Nº10	21 - 60	21 - 36
0,85	Nº20	13 - 44	13 - 25
0,425	Nº40	8 - 31	8 - 17
0,25	Nº60	5 - 23	5 - 12
0,15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0,075	Nº200	0 - 10	0 - 5

[1] El tamaño máximo de las partículas no será mayor de 20% del espesor de la base.

[2]  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

**D.4.** Cuando sobre la base que se construya se coloque solamente un tratamiento asfáltico superficial, el material para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 5 y se muestran en la Figura 3, considerando que el tamaño máximo

de sus partículas no será mayor de veinte (20) por ciento del espesor de la base, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 4 de esta Norma, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de ocho coma dos (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento ( $\Sigma L$ ).

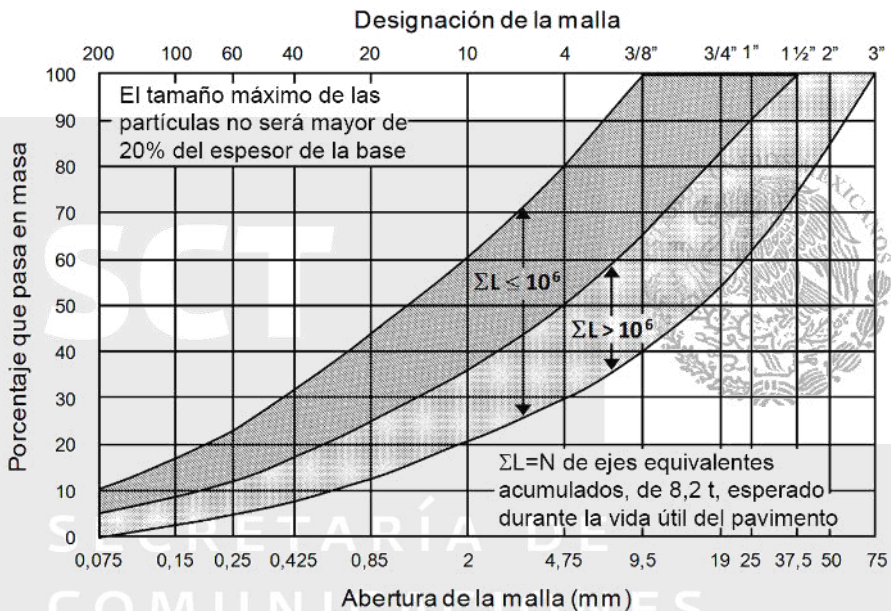


FIGURA 2.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa

**D.5.** La curva granulométrica del material por emplear, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual M·MMP·4·01·003, *Granulometría*, tendrá una forma semejante a la de las curvas que se muestran en las Figuras 1 a 3 de esta Norma, según sea el caso, sin cambios bruscos de pendiente. La relación entre el porcentaje en masa que pase la malla con abertura de cero coma cero setenta y cinco (0,075) milímetros (N°200) al que pase la malla con abertura de cero coma cuatrocientos veinticinco (0,425) milímetros (N°40) no será mayor de cero coma sesenta y cinco (0,65).

**TABLA 4.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos**

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido <sup>[2]</sup> , máximo	25	25
Índice plástico <sup>[2]</sup> , máximo	6	6
Equivalente de arena <sup>[2]</sup> , mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) <sup>[2, 3]</sup> , mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles <sup>[2]</sup> , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas <sup>[2]</sup> , máximo	40	35
Grado de compactación <sup>[2, 4]</sup> , mínimo	100	100

[1]  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinado mediante el procedimientos de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

[3] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[4] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

**TABLA 5.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases que sean cubiertas sólo con un tratamiento asfáltico superficial**

Malla		Porcentaje que pasa <sup>[1]</sup>	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ [2]	$\Sigma L > 10^6$ [2]
75	3"	100	100
50	2"	85 - 100	85 - 100
37,5	1½"	75 - 100	75 - 100
25	1"	62 - 100	62 - 90
19	¾"	54 - 100	54 - 83
9,5	⅜"	40 - 83	40 - 65
4,75	Nº4	30 - 67	30 - 50
2	Nº10	21 - 50	21 - 36
0,85	Nº20	13 - 37	13 - 25
0,425	Nº40	8 - 28	8 - 17
0,25	Nº60	5 - 22	5 - 12
0,15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0,075	Nº200	0 - 10	0 - 5

[1] El tamaño máximo de las partículas no será mayor de 20% del espesor de la base.

[2]  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

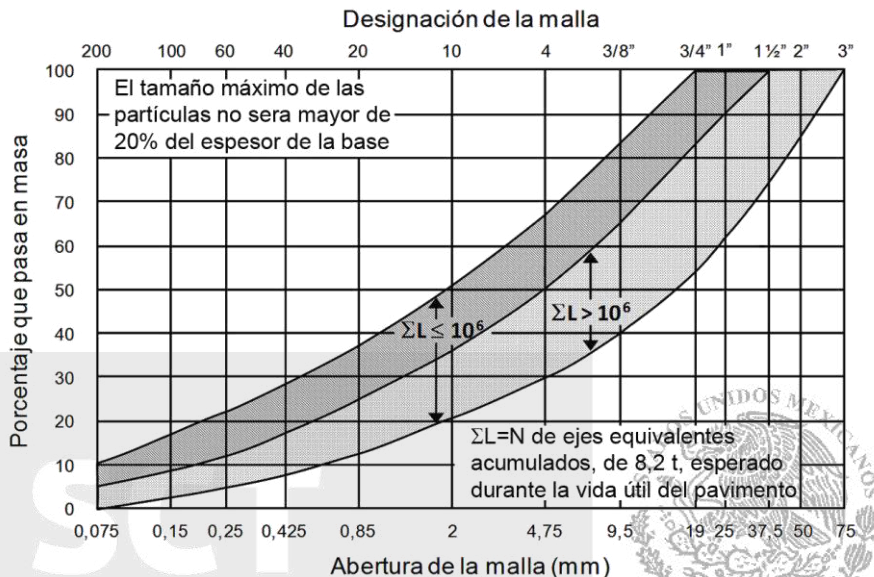


FIGURA 3.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para bases de pavimentos con solamente un tratamiento asfáltico superficial

**D.6.** Si la granulometría del material obtenido en un banco, una vez sujeto al tratamiento mecánico, no cumple con los requisitos establecidos en esta Norma, se podrá mezclar con materiales de otros bancos, en la proporción adecuada para que cumpla con dichos requisitos, en ningún caso es aceptable mezclar con materiales finos que agreguen plasticidad a la mezcla. Una vez establecido el proporcionamiento, el Contratista de Obra será el responsable de los procedimientos de mezclado de los materiales, para garantizar la homogeneidad de los mismos, evitando su segregación o degradación.

**E. ALMACENAMIENTO**

Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

**E.1.** El material, una vez tratado mecánicamente, se almacenará en un sitio específicamente destinado para tal uso. Cuando dicho sitio no cuente con un firme, previo a su utilización:

- Se removerá la materia vegetal y se limpiará la superficie;
  - se conformará, nivelará y compactará la superficie dejando una sección transversal uniforme que permita el drenaje y
  - se colocará, compactará y mantendrá sobre el terreno, una capa de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, utilizando el mismo material por almacenar, para evitar la contaminación del material que se coloque encima.
- E.2.** Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales, pero en caso de que esto sea estrictamente necesario, se colocará un camino de tablas para evitar la contaminación y degradación del material o bien se usará una banda transportadora.
- E.3.** Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, estos estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.
- E.4.** Cuando el material no vaya a usarse por un periodo prolongado, será recomendable cubrirlo con lonas para protegerlo de la intemperie.

## F. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

La aceptación de los materiales por parte de la Secretaría, se hará teniendo en cuenta lo siguiente:

- F.1.** El responsable del estudio geotécnico del banco, determinará a nivel de estudio, que el material cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de material requerido en el proyecto, probando muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-4-01-001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, e indicará en cada caso, el tratamiento mecánico a que deba sujetarse el material.
- F.2.** En caso de que el Contratista de Obra seleccione el banco, será responsable de demostrar que el material cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma, con base en lo indicado en la Fracción anterior y de

- realizar, cuando proceda, el estudio para su tratamiento mecánico y obtener la aprobación por parte del Residente. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.
- F.3.** Durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad del material, el Contratista de Obra, por cada trescientos (300) metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo, extraído del banco y una vez tratado mecánicamente, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con la granulometría y el equivalente de arena, indicados en esta Norma, y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·01·001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos mencionados en esta Fracción.
- F.4.** Además de lo señalado en la Fracción anterior, el Contratista de Obra, por cada tres mil (3 000) metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo, extraído del banco y una vez tratado mecánicamente, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con todos los valores establecidos en esta Norma, y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·01·001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.
- F.5.** Una vez tendida y compactada la capa de la base, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren que el material cumple con los contenidos de grava, arena y finos propios de la granulometría que corresponda, determinados mediante el procedimiento simplificado que se indica en la Norma M·MMP·4·01·003, *Granulometría* y con el equivalente de arena, según lo señalado en esta Norma, probando muestras obtenidas

al azar, en promedio cada doscientos (200) metros del tramo tendido y compactado, mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL·1·02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, así como con el grado de compactación establecido en esta Norma, en el proyecto o señalado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la Fracción H.3. de la Norma N·CTR·CAR·1·04·002, *Subbases y Bases* o en la Fracción H.2. de la Normas N·CSV·CAR·4·02·004, *Construcción de Subbases o Bases Hidráulicas*, según sea el caso, mediante el procedimiento contenido en el Manual M·MMP·4·01·011, *Grado de Compactación*, y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

- F.6.** En cualquier momento, la Secretaría podrá verificar que el material suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de alguno de ellos.



SCT

SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE  
LOS MATERIALES**

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas**

**CAPÍTULO: 001. Calidad de Materiales Asfálticos**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene las características de calidad que deben cumplir los materiales asfálticos que se utilicen en la elaboración de carpetas y mezclas asfálticas.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

El asfalto es un material bituminoso de color negro, constituido principalmente por asfaltenos, resinas y aceites, elementos que proporcionan características de consistencia, aglutinación y ductilidad; es sólido o semisólido y tiene propiedades cementantes a temperaturas ambientales normales. Al calentarse se ablanda gradualmente hasta alcanzar una consistencia líquida.

Los materiales asfálticos se emplean en la elaboración de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones, ya sea para aglutinar los materiales pétreos utilizados, para ligar o unir diferentes capas del pavimento; o bien para estabilizar bases o subbases. También se pueden usar para construir, fabricar o impermeabilizar otras estructuras, tales como algunas obras complementarias de drenaje, entre otras.

Los materiales asfálticos se clasifican en cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados, dependiendo del vehículo que se emplee para su incorporación o aplicación, como se indica en la Tabla 1 de esta Norma y se detalla a continuación.

**TABLA 1.- Clasificación de los materiales asfálticos**

<b>Material asfáltico</b>	<b>Vehículo para su aplicación</b>	<b>Usos más comunes</b>
Cemento asfáltico	Calor	Se utiliza en la elaboración en caliente de carpetas, morteros y estabilizaciones, así como elemento base para la fabricación de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.
Emulsión asfáltica	Agua	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones.
Asfalto rebajado	Solventes	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas y para la impregnación de subbases y bases hidráulicas.

### **B.1. CEMENTOS ASFÁLTICOS**

Los cementos asfálticos son asfaltos obtenidos del proceso de destilación del petróleo para eliminar solventes volátiles y parte de sus aceites. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes, las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, siendo excelentes ligantes, pues al ser calentados se licúan, lo que les permite cubrir totalmente las partículas del material pétreo.

Según su viscosidad dinámica a sesenta (60) grados Celsius, los cementos asfálticos se clasifican como se indica en la Tabla 2 de esta Norma, donde se señalan los usos más comunes de cada uno.

Cuando en el mercado no esté disponible el asfalto AC-30, el Residente de la obra podrá solicitar a la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría, la autorización para sustituirlo por AC-20, haciendo los ajustes correspondientes al precio unitario del producto.

### **B.2. EMULSIONES ASFÁLTICAS**

Las emulsiones asfálticas son los materiales asfálticos líquidos estables, constituidos por dos fases no miscibles, en los que la fase continua de la emulsión está formada por agua y la fase discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se denominan emulsiones asfálticas *aniónicas* cuando el agente emulsificante confiere polaridad electronegativa a los glóbulos y emulsiones asfálticas *catiónicas*, cuando les confiere polaridad electropositiva.

**TABLA 2.- Clasificación de los cementos asfálticos según su viscosidad dinámica a 60°C**

Clasificación	Viscosidad a 60°C Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	Usos más comunes
AC-5	50 ± 10 (500 ± 100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen para riegos de impregnación, de liga y poreo con arena, así como en estabilizaciones.</li> </ul>
AC-10	100 ± 20 (1 000 ± 200)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura 1.</li> </ul>
AC-20	200 ± 40 (2 000 ± 400)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 3 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura 1.</li> </ul>
AC-30	300 ± 60 (3 000 ± 600)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 4 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zonas 3 y 4 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de asfaltos rebajados en general, para utilizarse en carpetas de mezcla en frío, así como en riegos de impregnación.</li> </ul>

[1] Poises

Las emulsiones asfálticas pueden ser de los siguientes tipos:

- De rompimiento rápido, que generalmente se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos, a excepción de la emulsión ECR-60, que no se debe utilizar en la elaboración de éstas últimas.
- De rompimiento medio, que normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos en la mezcla es igual que dos (2) por ciento o menor, así como en trabajos de conservación tales como bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.



FIGURA 1.- Regiones geográficas para la utilización de asfaltos clasificados según su viscosidad dinámica a 60°C. (Ver Tabla 2)

- De rompimiento lento, que comúnmente se utilizan para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.
- Para impregnación, que particularmente se utilizan para impregnaciones de subbases y/o bases hidráulicas.
- Superestables, que principalmente se emplean en estabilizaciones de materiales y en trabajos de recuperación de pavimentos.

Según su contenido de cemento asfáltico en masa, su tipo y polaridad, las emulsiones asfálticas se clasifican como se indica en la Tabla 3 de esta Norma.

### **B.3. ASFALTOS REBAJADOS**

Los asfaltos rebajados, que regularmente se utilizan para la elaboración de carpetas de mezcla en frío, así como en impregnaciones de bases y subbases hidráulicas, son los materiales asfálticos líquidos compuestos por cemento asfáltico y un solvente, clasificados según su velocidad de fraguado como se indica en la Tabla 4 de esta Norma.

**TABLA 3.- Clasificación de las emulsiones asfálticas**

<b>Clasificación</b>	<b>Contenido de cemento asfáltico en masa %</b>	<b>Tipo</b>	<b>Polaridad</b>
EAR-55	55	Rompimiento rápido	Aniónica
EAR-60	60		
EAM-60	60	Rompimiento medio	
EAM-65	65		
EAL-55	55	Rompimiento lento	
EAL-60	60		
EAI-60	60	Para impregnación	
ECR-60	60	Rompimiento rápido	Catiónica
ECR-65	65		
ECR-70	70		
ECM-65	65	Rompimiento medio	
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECI-60	60	Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

**TABLA 4.- Clasificación de los asfaltos rebajados**

<b>Clasificación</b>	<b>Velocidad de fraguado</b>	<b>Tipo de solvente</b>
FR-3	Rápida	Nafta, gasolina
FM-1	Media	Queroseno

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES

DESIGNACIÓN

Muestreo de Materiales Asfálticos ..... M·MMP·4·05·001

Viscosidad Dinámica de Cementos y Residuos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·002
Viscosidad Cinemática de Cementos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·003
Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos .....	M·MMP·4·05·004
Penetración en Cementos y Residuos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·006
Punto de Inflamación Cleveland en Cementos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·007
Solubilidad de Cementos y Residuos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·008
Punto de Reblandecimiento en Cementos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·009
Pruebas en el Residuo de la Película Delgada de Cementos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·010
Ductilidad de Cementos y Residuos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·011
Destilación de Emulsiones Asfálticas .....	M·MMP·4·05·012
Asentamiento de Emulsiones Asfálticas .....	M·MMP·4·05·013
Retenido en las Mallas N°20 y N°60 en Emulsiones Asfálticas .....	M·MMP·4·05·014
Cubrimiento del Agregado en Emulsiones Asfálticas .....	M·MMP·4·05·015
Miscibilidad con Cemento Pórtland de Emulsiones Asfálticas .....	M·MMP·4·05·016
Carga Eléctrica de las Partículas de Emulsiones Asfálticas .....	M·MMP·4·05·017
Demulsibilidad de Emulsiones Asfálticas .....	M·MMP·4·05·018
Índice de Ruptura de Emulsiones Asfálticas Catiónicas .....	M·MMP·4·05·019
Punto de Inflamación Tag en Asfaltos Rebajados .....	M·MMP·4·05·020
Destilación de Asfaltos Rebajados .....	M·MMP·4·05·021

#### **D. REQUISITOS DE CALIDAD PARA CEMENTOS ASFÁLTICOS**

Los cementos asfálticos deben satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 5 de esta Norma.

#### **E. REQUISITOS DE CALIDAD PARA EMULSIONES ASFÁLTICAS**

Las emulsiones asfálticas deben satisfacer los requisitos de calidad que se indican a continuación:

**TABLA 5.- Requisitos de calidad para cemento asfáltico clasificado por viscosidad dinámica a 60°C**

Características	Clasificación			
	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30
<b>Del cemento asfáltico original:</b>				
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	200 ± 40 (2 000 ± 400)	300 ± 60 (3 000 ± 600)
Viscosidad cinemática a 135°C; mm <sup>2</sup> /s, mínimo (1 mm <sup>2</sup> /s = 1 centistoke)	175	250	300	350
Viscosidad Saybolt-Furol a 135 °C; s, mínimo	80	110	120	150
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm, mínimo	140	80	60	50
Punto de inflamación Cleveland; °C, mínimo	177	219	232	232
Solubilidad; %, mínimo	99	99	99	99
Punto de reblandecimiento; °C	37 - 43	45 - 52	48 - 56	50 - 58
<b>Del residuo de la prueba de la película delgada:</b>				
Pérdida por calentamiento; %, máximo	1	0,5	0,5	0,5
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> ), máximo	200 (2 000)	400 (4 000)	800 (8 000)	1 200 (12 000)
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min; cm, mínimo	100	75	50	40
Penetración retenida a 25 °C; %, mínimo	46	50	54	58

[1] Poises

### E.1. PARA LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS ANIÓNICAS

Las emulsiones asfálticas aniónicas, según su clasificación, han de cumplir con todos los requisitos establecidos en la Tabla 6 de esta Norma.

### E.2. PARA LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS

Las emulsiones asfálticas cationicas, según su clasificación, han de cumplir con todos los requisitos establecidos en la Tabla 7 de esta Norma.

### F. REQUISITOS DE CALIDAD PARA ASFALTOS REBAJADOS

Los asfaltos rebajados, según su clasificación, deben satisfacer los requisitos establecidos en la Tabla 8 de esta Norma.

**TABLA 6.- Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas**

Características	Clasificación						
	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
<b>De la emulsión:</b>							
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	55	60	60	65	55	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo	5	---	---	---	20	20	5
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	---	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	5	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	---	---	90	90	90	90	---
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	75	75	75	75	---
Miscibilidad con cemento Portland; %, máximo	---	---	---	---	2	2	---
Carga eléctrica de las partículas	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Demulsibilidad; %	60 mín	50 mín	30 máx	30 máx	---	---	---
<b>Del residuo de la destilación:</b>							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)
Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	100-200	50 - 90	100-200	50 - 90	100-200	50 - 90	150 - 250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	40

[1] Poises

## **G. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES ASFÁLTICOS**

Con el propósito de evitar la alteración de las propiedades de los materiales asfálticos antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

**TABLA 7.- Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas**

Características	Clasificación						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECL-45	ECS-60
<b>De la emulsión:</b>							
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo	---	---	---	---	25	5	25
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	5	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máx	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	---	---	---	90	90	---	90
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	---	75	75	---	75
Carga eléctrica de las partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	---	3	3	5	---	15	---
Índice de ruptura; %	< 100	< 100	< 100	80 – 140	> 120	---	> 120
<b>Del residuo de la destilación:</b>							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)
Penetración <sup>[2]</sup> a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	110–250	110–250	110–250	100-250	100-250	100-400	100-250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	---

[1] Poises

[2] En climas que alcancen temperaturas iguales o mayores de 40°C, la penetración en el residuo de la destilación de las emulsiones ECR-65, ECR-70, ECM-65 y ECL-65, en el proyecto se puede considerar de 50 a 90 × 10<sup>-1</sup> mm.

## G.1. TRANSPORTE DE MATERIALES ASFÁLTICOS

**G.1.1.** Los materiales asfálticos se transportarán desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento, utilizando pipas, carros-tanque de ferrocarril o buques-tanque, que cuenten con los equipos que permitan calentar el producto cuando así se requiera. Los tanques serán herméticos, y tendrán tapas

adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. El transporte se hará observando las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**TABLA 8.- Requisitos de calidad para asfaltos rebajados**

Características	Grado	
	FM-1	FR-3
<b>Del asfalto rebajado:</b>		
Punto de inflamación Tag; °C, mínimo	38	27
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s	75 - 150	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 60°C; s	---	250 - 500
Contenido de solvente por destilación a 360°C, en volumen; %		
Hasta 225°C	20 máx	25 mín
Hasta 260°C	25 – 65	55 mín
Hasta 315°C	70 - 90	83 mín
Contenido de cemento asfáltico por destilación a 360°C, en volumen, %, mínimo	60	73
Contenido de agua por destilación a 360°C, en volumen, %, máximo	0,2	0,2
<b>Del residuo de la destilación:</b>		
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> ), máximo	200 ± 40 (2 000 ± 400)	200 ± 40 (2 000 ± 400)
Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	120 – 300	80 – 120
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	100	100
Solubilidad; %, mínimo	99,5	99,5

[1] Paises

**G.1.2.** Antes de cargar el material asfáltico, los tanques han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando residuos de productos transportados anteriormente, grasas, polvo o cualquier otra sustancia que lo pueda contaminar. Una vez cargado el material asfáltico, las tapas y llaves del tanque se sellarán en forma inviolable. Los sellos se retirarán en el momento de la descarga del material en el almacenamiento. No se aceptará el material en el caso de que los sellos hayan sido violados.

## **G.2. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES ASFÁLTICOS**

**G.2.1.** Los materiales asfálticos se almacenarán en depósitos adecuadamente ubicados, con la capacidad suficiente para recibir cada entrega, que reúnan los requisitos necesarios para evitar la contaminación de los productos que contengan, que estén protegidos contra incendios, fugas y pérdida

excesiva de disolventes o emulsivos y que cuenten con los equipos adecuados para calentar el producto cuando así se requiera, así como con los elementos necesarios para su carga, descarga y limpieza.

- G.2.2.** Antes de utilizar los depósitos, estos han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando natas o residuos de otros productos, materiales extraños o materiales asfálticos de tipo diferente al que se va almacenar. Esta operación se repetirá cada vez que sea necesario para evitar la contaminación del producto.
- G.2.3.** En el caso de emulsiones asfálticas, se utilizarán tanques verticales equipados con dispositivos para la recirculación del material, para evitar lo más posible el asentamiento y la formación de natas.
- G.2.4.** Tratándose de emulsiones asfálticas, con el propósito de que no se contaminen con la nata que pudiera haberse formado sobre la superficie del material previamente almacenado, el llenado de los depósitos de almacenamiento ha de efectuarse desde el fondo de estos, evitando que el producto caiga sobre la superficie del material ya almacenado, rompiendo dicha nata.
- G.2.5.** Cada depósito de almacenamiento se identificará, indicando en un lugar visible, su capacidad, el tipo de material asfáltico que contiene y, cuando se trate de recipientes, origen del material y fecha de producción. Asimismo, para cada depósito, se llevará un registro en el que se indiquen las fechas y volúmenes de los suministros recibidos y de las salidas del material.
- G.2.6.** En el caso de emulsiones de rompimiento rápido, es importante que la temperatura de almacenamiento no sea mayor de ochenta (80) grados Celsius en el punto de contacto.

## **H. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Para que un material asfáltico sea aceptado por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra, o el proveedor cuando se trate de emulsiones asfálticas en obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote o suministro, que

garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, según el tipo de material asfáltico establecido en el proyecto autorizado por la Secretaría, expedido por su propio laboratorio o por un laboratorio externo. Además, con objeto de controlar la calidad del material asfáltico durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-4-05-001 *Muestreo de Materiales Asfálticos* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, en el número y con la periodicidad que se establezca en el proyecto autorizado por la Secretaría, que verifiquen que las características indicadas en la Tabla 9 cumplan con los valores establecidos en esta Norma, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

**TABLA 9.- Características de calidad que se deben revisar en los materiales asfálticos durante la ejecución de la obra**

<b>Cementos asfálticos</b>	<b>Emulsiones asfálticas</b>	<b>Asfaltos rebajados</b>
<b>En el cemento asfáltico original:</b>	<b>En la emulsión:</b>	<b>En el asfalto rebajado:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>• Punto de inflamación Cleveland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de cemento asfáltico en masa</li> <li>• Viscosidad Saybolt-Furol a 25 y 50°C</li> <li>• Cubrimiento del agregado seco y húmedo</li> <li>• Carga eléctrica de las partículas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de inflamación Tag</li> <li>• Viscosidad Saybolt-Furol a 25 y 50°C</li> <li>• Contenido de solvente por destilación a 360°C</li> <li>• Contenido de cemento asfáltico por destilación a 360°C</li> </ul>
<b>En el residuo de la película delgada:</b>	<b>En el residuo de la destilación:</b>	<b>En el residuo de la destilación:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>• Pérdida por calentamiento</li> <li>• Ductilidad a 25°C y 5 cm/min</li> <li>• Penetración a 25°C, 100 g, 5 s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>• Ductilidad a 25°C y 5 cm/min</li> <li>• Penetración a 25°C, 100 g, 5 s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>• Ductilidad a 25°C y 5 cm/min</li> <li>• Penetración a 25°C, 100 g, 5 s</li> </ul>

En cualquier momento la Secretaría puede verificar que el material asfáltico suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

**I. BIBLIOGRAFÍA**

Asphalt Institute, *Manual MS-22 Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente*, Lexington, KY, EUA.

Asphalt Institute, *Manual 22 Construction of Hot-Mix Asphalt Pavements*, 2ª ed, Lexington, KY, EUA.

Instituto del Asfalto; Departamento del Transporte de los Estados Unidos, Administración Federal de Carreteras; e IPC, *Antecedentes del Diseño y Análisis de Mezclas Asfálticas, Aplicaciones Tecnológicas, Innovaciones a través de Asociaciones*, Asphalt Institute, Lexington, KY, EUA (nov 1994).

PEMEX Refinación, *Especificaciones y Pruebas para Cementos Asfálticos en la Construcción de Pavimentos*, PEMEX, México, DF (1998).

Dirección General de Servicios Técnicos, *Propuesta de Actualización de Normas de Calidad para Emulsiones Asfálticas*, Subsecretaría de Infraestructura, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, DF (mar 1999).

