**CONSTRUCCION, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y****PAVIMENTO**

Tierra y Libertad No. 903-A
Col. Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774

I.D. 621369894



SOCIO ACTIVO No. 166.

BASE HIDRAULICA.

SOLICITA: Calidad Consultoría y Construcción.

POR CONDUCTO DE: [REDACTED]

No. ENSAYE **3429**

OBRA: Estudio de Diseño de Pavimento de Concreto Hidráulico, Guarniciones y Banquetas para la Urbanización del Fracc. San Pablo Tramo: En el Segundo Anillo Poniente, Celaya, Gto.

FECHA DE RECIBO **24-abr-15**

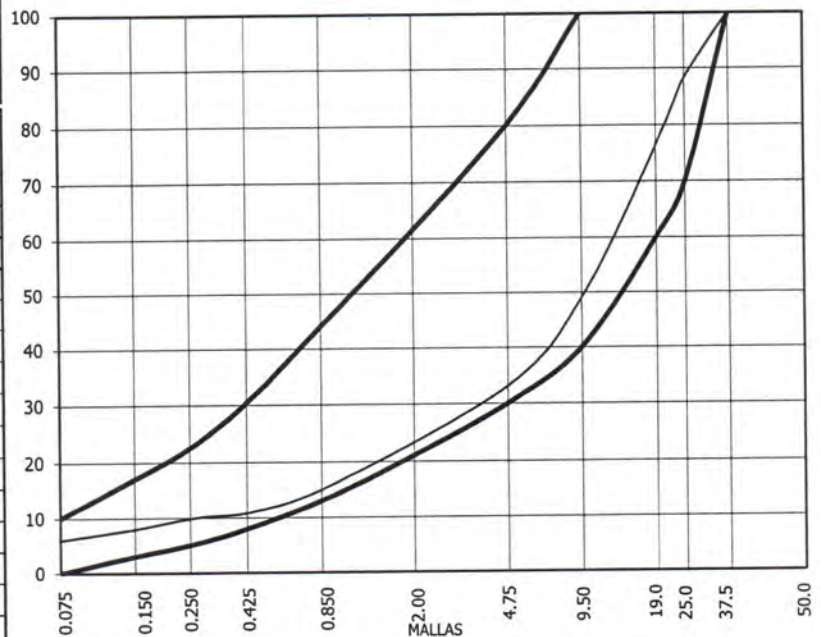
UBICACIÓN: Celaya Gto.

FECHA DE INFORME **04-may-15**

| | |
|------------------------------|---|
| MATERIAL PARA CAPA | Base hidráulica. |
| NOMBRE DEL BANCO | Procedencia de Acero (escoria), Banco San Jose aguazul (tepetate) |
| LOCALIZACION | *** |
| FRENTE DE ATAQUE | *** |
| DESCRIPCION PETROGRAFICA. | Escoria de 1 ½ a finos - (80), Tepetate - (20). |
| CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO | Muestra tomada en obra tendida y compactada en area de canchas. |

| | |
|---|-------------|
| PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO (kg/m ³) | 1855 |
| PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (kg/m ³) | 2527 |
| HUMEDAD OPTIMA(%) | 10.6 |
| PESO VOLUMETRICO DEL LUGAR (kg/m ³) | *** |
| HUMEDAD DEL LUGAR (%) | *** |

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



| G | MALLA | | RETENIDO (%) |
|-----|------------|----------|--------------|
| | milímetros | pulgadas | |
| C R | 50.0 | 2.0 | 0 |
| O A | 37.5 | 1 1/2 | 0 |
| M N | | | PASA (%) |
| P U | 50.0 | 2 | 100 |
| O L | 37.5 | 1 1/2 | 100 |
| S O | 25.0 | 1.0 | 88 |
| I M | 19.0 | 3/4 | 79 |
| C E | 9.5 | 3/8 | 49 |
| I T | 4.75 | No.4 | 33 |
| O R | 2.0 | No.10 | 19 |
| N I | 0.850 | No.20 | 15 |
| C | 0.425 | No.40 | 11 |
| A | 0.250 | No.60 | 10 |
| | 0.150 | No.100 | 8 |
| | 0.075 | No.200 | 6 |

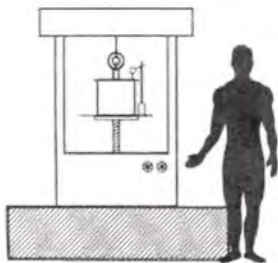
| PRUEBAS EN MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE 0.425 mm | | ESPECIFICACIÓN | PRUEBAS EN MATERIAL RETENIDO EN MALLA 9.5 mm | | ESPECIFICACIÓN |
|---|--------------|--------------------|--|--------------|-----------------|
| LIMITE LIQUIDO (%) | 34.2 | 30.0 % Máx. | ABSORCION (%) | *** | |
| LIMITE PLASTICO (%) | 23.0 | | DENSIDAD (gr/cm ³) | *** | |
| INDICE PLASTICO (%) | 11.2 | 6.0 % Máx. | DESG DE LOS ANGELES % | *** | 30 Máx. |
| CONTRACCION LINEAL (%) | 3.1 | | EQUIVALENTE DE ARENA (%) | 40.6 | 50 min. |
| VRS ESTANDAR SATURADO (%) | 125.6 | 100 min. | COMPACTACION DEL LUGAR (%) | *** | 100 min. |
| EXPANSION (%) | 0.0 | | | | |
| VRS MODIFICADO AL 95 (%) | *** | | | | |
| HUMEDAD DE PRUEBA | *** | | CLASIFICACION SUCS | GP-GM | |

GP-GM = Gravas limosas mal graduadas.

El material analizado se considera aceptable para capas de Base Hidraulica aun asi es recomendable cambiar de material fino por material arenoso en los siguientes tramos.

LABORATORISTA,

INGENIERO CIVIL



Estudio de Capacidad de Carga Y Diseño de Pavimento Rígido para Vialidad Interior del Fraccionamiento.

Proyecto:
Urbanización del Fraccionamiento San Pablo.

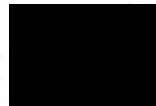
Localización:
Calle Segundo Anillo Poniente, Celaya, Gto.

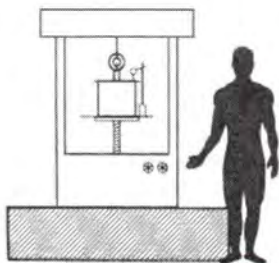
Solicitado por:
Calidad Consultoría y Construcción.

Por Conducto de:



Abril de 2015





**Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.**

**Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894**



SUELOS Y PAVIMENTOS

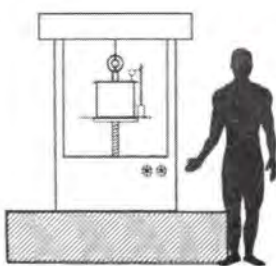
Contenido

1. - Antecedentes.
2. - Descripción de la Zona en Estudio.
3. - Exploración del Subsuelo y Secuencia Estratigráfica.
4. - Croquis de localización de sondeos.
4.1 Perfiles estratigráficos
5. - Ensayes en el Laboratorio.
6. - Determinaciones de Capacidad de Carga.
7. - Conclusiones y recomendaciones.
- 8.- Diseño de Pavimento Rígido.

Bibliografía.

ANEXO 1

Memoria fotográfica.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



Introducción.

La Empresa Calidad Consultoría y Construcción por medio del Ingeniero Juan José Cuellar Ornelas solicitó a laboratorio en Construcción, Estudios de Mecánica de Suelos y Pavimentos, El Estudio de Capacidad de Carga y un Diseño de Pavimento Rígido para Urbanización del Fraccionamiento San Pablo localizado en la calle Segundo Anillo Poniente en Celaya Gto.

El objetivo de este estudio es explorar e investigar los materiales del subsuelo encontrado en el área donde se asentarán los elementos de cimentación para las viviendas proyectadas que tendrán como máximo dos niveles.

1.- Antecedentes.

Debido a que el proyecto se localiza en el municipio de Celaya Gto, se mencionan de forma breve algunos factores relevantes que pueden influenciar en el proceso constructivo de ejecución de obra, o bien en su vida útil.

El municipio de Celaya está situado a los $101^{\circ} 48' 55''$ de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y a los $20^{\circ} 31' 24''$ de latitud Norte, su altura sobre el nivel del mar es de 1752 metros.

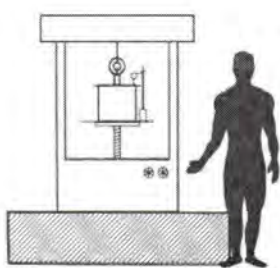
El área del territorio municipal comprende 579.30 km^2 , equivalente al 1.89 % de la superficie total del estado. Limita al Norte con el municipio de Comonfort, al Este con los de Apaseo el Grande y Apaseo el Alto, al Sur con el de Tarimoro, al Oeste con los de Cortazar y Villagrán y al noroeste con el de Santa Cruz de Juventino Rosas. El clima predominante del Municipio es templado. La temperatura máxima es de 25.5°C y la mínima es de 16°C , la media anual es de 20.85°C , su clima oscila entre semiseco y semicálido con una precipitación pluvial promedio de 575.3 mm anuales.

El municipio está localizado en su mayor parte dentro del "Bajío montañoso", su **orografía** comprenden la Mesa del Sastre, Cerro Prieto, Potrero, Peña Colorada, Trojes, Juan Martín, Rincón de Tamayo, La Gavia, y Otero de Ojo Seco, cuyas alturas promedios se elevan a 2000 metros sobre el nivel del mar.

Un afluente del Río Lerma es el Río Laja, que nace en las montañas de San Felipe y acrecienta su caudal a su paso por los municipios de Dolores Hidalgo, San Miguel Allende y Comonfort, con las corrientes de los Ríos Dolores, San Diego, de la Venta, Xoconoxtle, Atotonilco y Puerto Nieto para llegar a Celaya en donde recibe las aguas del Río Apaseo, que se forma de las corrientes del Río de Querétaro y del Río del Pueblito ambos del territorio Queretano.

Geología del lugar.

El suelo del Bajío está formado por terrenos de origen volcánico y depósitos aluviales, y estuvo primitivamente cubierto por pastizales y de algunos árboles como el mezquite. Ahora la mano del hombre lo ha transformado, pues mediante los sistemas de canales y presas, ha distribuido convenientemente las aguas del Río Lerma y de sus



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



afluentes, por lo que los múltiples cultivos entre los que existía hasta la caña de azúcar que requiere bastante humedad le daban el aspecto de una risueña campiña. Ahora la risueña campiña desapareció y fue sustituida por concreto, asfalto, casas, fábricas e industrias que contaminan la ciudad y el mundo entero.

La zona es prácticamente asísmica registrándose solo leves movimientos cuando en la placa de cocos en la costa del Pacífico Sur en los estados de Guerrero y Oaxaca se registran sismos de gran magnitud.

Geohidrología.

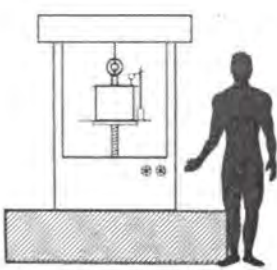
Con base a los estudios geohidrológicos efectuados en el conocimiento total de la zona, se observa que el acuífero está formado en su parte superior por rellenos aluviales y lacustres compuestos por capas interestratificadas de arcilla arena y grava de baja permeabilidad y en su parte inferior por rocas volcánicas fracturadas de tipo basáltico altamente permeables. Debajo de las rocas basálticas se han detectado mediante pozos profundos la presencia de rocas volcánicas riolíticas, fracturadas, permeables las cuales producían agua termal con temperaturas hasta de 42°C.

En el valle de Celaya existen 3600 pozos los cuales extraen un volumen de 600 millones de m³/año, deduciéndose una sobreexplotación del orden de 200 millones de m³/año al existir solo una recarga de 400 millones de m³/año. La sobreexplotación del acuífero se refleja en un continuo descenso del nivel del agua que en la actualidad alcanza hasta 3.5 m/año en las zonas de mayor concentración de pozos. En la Ciudad de Celaya, al descenso actual es de 2.5 m/año. En el año de 1956 el nivel de agua subterránea en la zona urbana era de 12 metros, en la actualidad (2014) se encuentra aproximadamente a 300 metros de profundidad.

Fallamiento.

La ciudad de Celaya se encuentra afectada por fallas geológicas activas, las cuales son paralelas prácticamente, tienen dirección al noroeste y el bloque caído al noreste, excepto una de ellas cae al suroeste, los primeros indicios de esta falla se presentaron en 1980, aumentando su velocidad de desplazamiento a partir de 1982. La explotación de aguas subterráneas se inició en el estado en 1950 y se intensificó en la década de los 70's, al parecer todo esto hace suponer que la sobreexplotación es una de las causas que acompañan la velocidad de caídas de estas masas de suelo en las fallas.

Actualmente la máxima velocidad de hundimiento es de 15 centímetros al año y se localiza al Oriente de la alameda. El salto acumulado es de 2.5 metros en la zona de mayor afectación. La longitud promedio de las fallas es de 5 kilómetros en cada una de ellas, los daños que han causado las fallas son cuantiosos, al afectar los servicios municipales como pavimentos, banquetas, conductos de agua potable, drenaje, teléfonos y todas las edificaciones que encuentra a su paso. Además los planos de las fallas son conductos por los que fácilmente se infiltran aguas torrenciales de lluvia, aguas negras que contaminan los acuíferos.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



Origen del fallamiento.

Mediante el análisis de la columna litológica de numerosos pozos localizados en la zona, se logró determinar que la Ciudad de Celaya está asentada sobre un cuerpo arcilloso – arenoso que descansa sobre un basamento rocoso formado por derrames volcánicos de tipo basáltico en la porción occidental de la ciudad. Por la salida a Salamanca la arcilla tiene un espesor de 40 metros en la porción oriental de la ciudad, por la salida Apaseo el espesor de arcilla alcanza los 250 metros existiendo un escalón de 210 metros que cruza la ciudad de noroeste a sureste.

Al descender el nivel de aguas subterráneas, por efecto de la sobre explotación, el cuerpo arcilloso se está contrayendo, provocando hundimientos diferenciales del terreno. En la actualidad, la porción occidental de la ciudad se encuentra prácticamente estable debido al relativo bajo espesor de arcilla mientras que la porción oriental se está hundiendo rápidamente a una velocidad hasta de 15 cm/año, provocando el fallamiento a lo largo del contacto de ambas porciones.

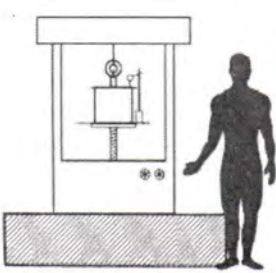
En el área de Celaya, los efectos de las fallas no pasan de los tres metros hacia ambos lados de las mismas (Fuente: año 13 No. 52 2009 **aquaforum**, Celaya. Ing. Geólogo Jorge Antonio Trujillo Candelaria).

Sin embargo desde el punto de vista de la mecánica de suelos no compartimos su opinión ya que no pueden pasar desapercibidos varios factores: como es la variación del contenido de humedad de los materiales del subsuelo en las áreas cercanas a ellas, las diferentes características de materiales para captar o permear filtraciones a lo largo de donde se va presentando la falla, el grado de compactación natural que poseen antes de presentarse un movimiento y después de presentarse; los esfuerzos superficiales a los que está sometido así como a las vibraciones que recibe del exterior y de los árboles que se encuentran plantados en estas franjas, por lo que no puede predecirse una franja uniforme tan reducida ni de un lado ni del otro así como tampoco de la longitud de afectación, ni mucho menos que las grandes masas de material sufran contracciones uniformemente desde la superficie hasta el fondo o donde inician los estratos más susceptibles a deformarse.

La forma de terminar con el fallamiento de terrenos en el área de Celaya es logrando el equilibrio entre la extracción y recarga del acuífero y así evitar que descienda más el nivel del agua subterránea.

Sismicidad:

Para seguridad de los usuarios, al diseñar las estructuras se debe tomar en cuenta el factor sismológico, por lo que han dividido a la República Mexicana en 4 zonas sísmicas (A;B;C;D).



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

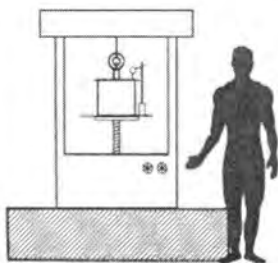
analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

Zona A: No se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años, la aceleración no sobrepasa el 1% de la aceleración de la gravedad.

Zona D: donde se han reportado los mayores sismos de la historia, ocurrencia frecuente, aceleración de hasta el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zonas B y C, zonas de transición.





Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



2.- Descripción de la Zona en Estudio.

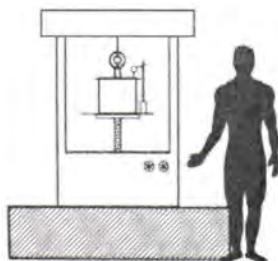
El terreno que ahora nos ocupa se encuentra en la zona Centro-Poniente de la mancha urbana. El predio para Urbanización del Fraccionamiento San Pablo se localiza al Norte del Hospital General de Celaya, mientras que al lado Poniente se ubica la colonia Valle residencial de los Girasoles, al Norte se delimita con la calle Valle del Pirul, al Oriente con el fraccionamiento Residencial Santiago y al Sur con la calle Segundo Anillo Poniente y que es por donde tendrá el acceso principal.

Superficialmente el suelo se aprecia con materiales blandos y presencia de materia vegetal.

Anteriormente estos terrenos se destinaban al cultivo de alfalfa, hortalizas, maíz, sorgo y trigo. Y de un tiempo atrás se ha ido construyendo sobre todo viviendas en toda esta zona. Cabe destacar que los suelos de estos fraccionamientos han presentado problemas de asentamientos, pues por comentarios de personas mayores por estos terrenos existían regaderas perimetrales a las parcelas que seguramente fueron desapareciendo por rellenos falsos, y la carencia de agua para riego por parte de las autoridades correspondientes ha limitado a los agricultores para continuar con estas actividades y ha sido determinante para que cada vez estos se hayan olvidado de los campos.

El nivel superficial del terreno natural actual en la zona de estudio se encuentra arriba del nivel de rasante de la vialidad.

El proyecto para Urbanización del Fraccionamiento San Pablo tendrá cinco manzanas con vialidades de ancho de arroyo de 11.0 metros con sus respectivas banquetas.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



3.-Exploración del Subsuelo y Secuencia Estratigráfica.

Para conocer las características y propiedades del subsuelo donde se pretende la edificación de viviendas se realizó un sondeo a cielo abierto y en área donde se construirá la cancha de tenis se realizó otro sondeo a cielo abierto, a continuación se describe en forma general las características de estos materiales:

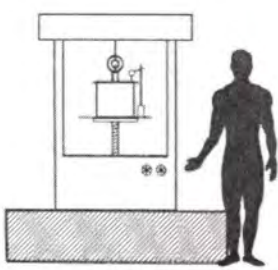
Sondeo # 1.

Se distingue el estrato # 1 o terreno natural de 0.00 a -0.85 metros una arcilla de color negro con humedad natural arriba de la óptima y tenacidad alta. Continúa de -0.85 a -1.35 metros se presenta el estrato # 2 donde se encuentra una arcilla franca color café de tono claro, de alta a muy alta resistencia en estado seco, de dilatancia nula y de humedad natural abajo de la óptima. Sucede el estrato # 3 que se encuentra de -1.35 a -3.20 metros donde se manifiesta un Tepetate café claro.

Sondeo # 2.

Se manifiesta una capa de Materia vegetal con espesor de 15 centímetros. Continúa el estrato # 1 o terreno natural de 0.15 a -0.55 metros una arcilla negra de alta resistencia en estado seco con humedad natural abajo de la óptima y dilatancia nula. Continúa de -0.55 a -1.05 metros se presenta el estrato # 2 donde se encuentra una arcilla franca color café claro, de alta resistencia en estado seco. Sucede el estrato # 3 que se encuentra de -1.05 a -3.05 metros donde se manifiesta un Tepetate café claro de humedad natural abajo de la óptima de nula a ligera resistencia en rompimiento en estado seco y de tenacidad nula.

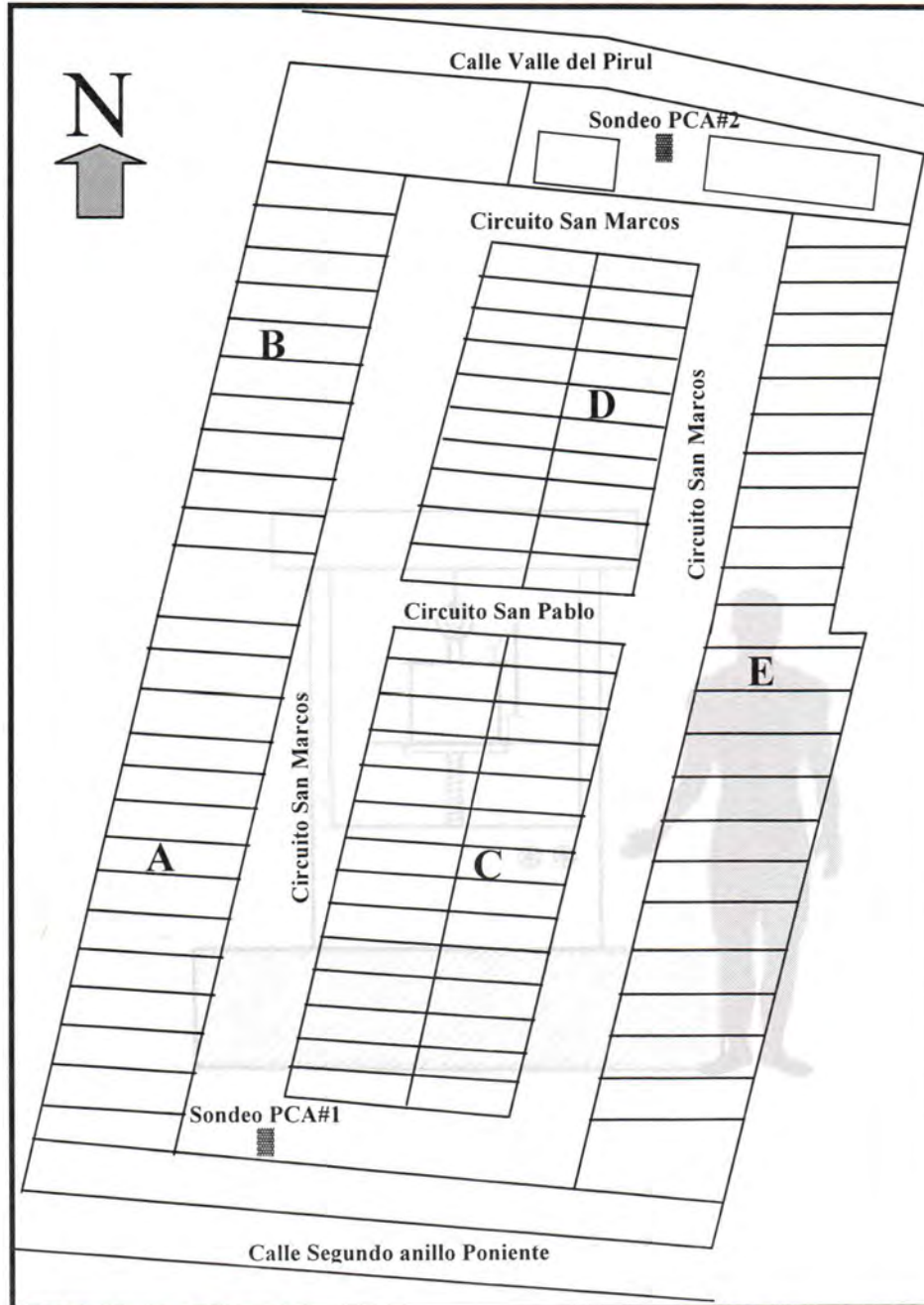
No fue detectado el nivel de aguas freáticas en ninguno de los sondeos realizados.



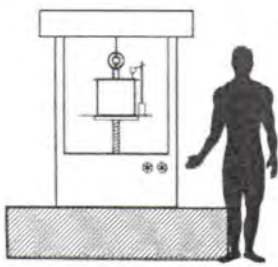
Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

4.- Croquis de localización de sondeos.



Fuera de escala.

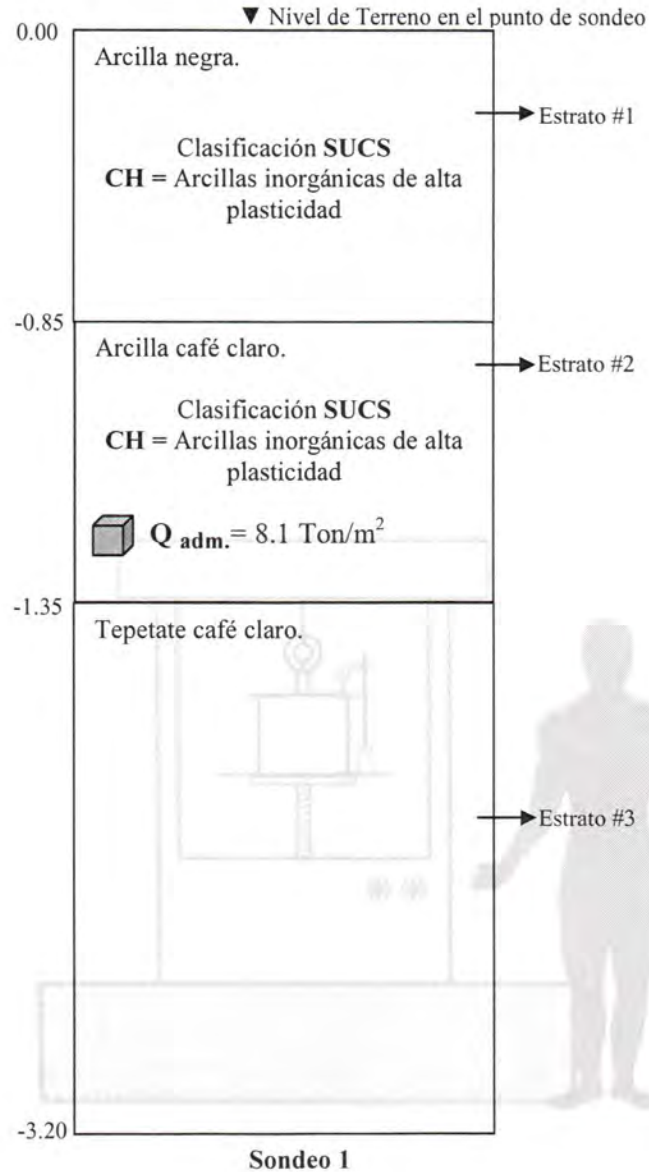


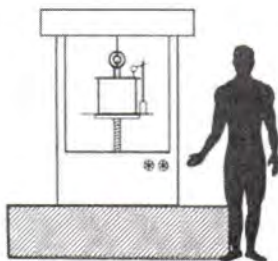
Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

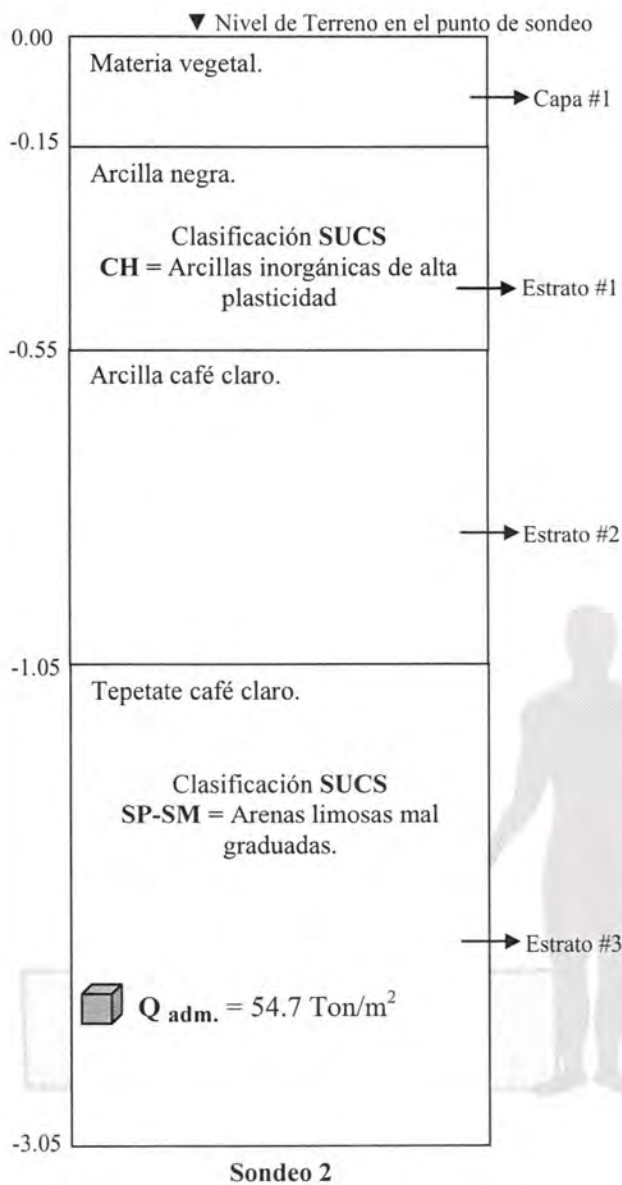
4.1.- Perfiles estratigráficos.





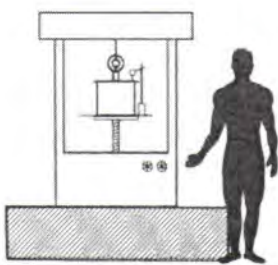
Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



$Q_{adm.}$ = Capacidad de Carga Admisible.

Muestra inalterada.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



5.- Ensayes de Laboratorio.

Con el objeto de saber qué tipo de material existe según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y sus características mecánicas las muestras recuperadas se sometieron a los siguientes ensayos:

-Identificación de la muestra.

-Humedades.

Natural.

Óptima.

-Pesos Volumétricos.

Seco suelto.

Seco máximo.

-Composición granulométrica.

-Límites de consistencia.

Límite líquido.

Límite plástico.

Índice plástico.

-Valor Relativo de Soporte.

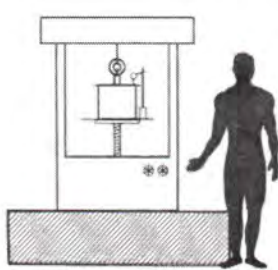
Estándar saturado.

-Expansión.

-Equivalente de arena.

Los resultados aparecen en reportes (anexos).

SUELOS Y PAVIMENTOS



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



| | |
|--|-----------------------------|
| SOLICITA: Calidad Consultoria y Construcción. | ENSAYE: 2081 |
| POR CONDUCTO DE: [REDACTED] | |
| OBRA: Estudio de Capacidad de Carga Y Diseño de Pavimento Rígido para Vialidad Interior del Fraccionamiento San Pablo. | FECHA DE RECIBO: 21-abr-15 |
| LOCALIZACIÓN: Celaya Gto. | FECHA DE INFORME: 30-abr-15 |
| TIPO DE MATERIAL: Arcilla negra. | |

| | | | | |
|----------------|---------|-------------------------|--|--|
| IDENTIFICACION | ENSAYE | 2081 | | |
| | SONDEO | Sondeo #1 | | |
| | ESTRATO | E-2 | | |
| | ESPEJOR | DE - 0.85 cm. A 1.35 m. | | |

| | | | | |
|-----------------------------------|--|-------|--|--|
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | TAMAÑO MÁXIMO | 3/8 | | |
| | % RETENIDO EN MALLA DE 75 mm. | *** | | |
| | % QUE PASA MALLA DE 4.75 mm. | 99 | | |
| | % QUE PASA MALLA DE 0.425 mm. | 94 | | |
| | % QUE PASA MALLA DE 0.075 mm. | 83 | | |
| | EQUIVALENTE DE ARENA, % | 1.70 | | |
| | LÍMITE LÍQUIDO, % | 50.50 | | |
| | ÍNDICE PLÁSTICO, % | 23.70 | | |
| | CONTRACCIÓN LINEAL, % | 10.60 | | |
| | P.E.S. SUELTO, kg/m ³ . | 950 | | |
| | P.E.S. MÁXIMO, kg/m ³ . | 1365 | | |
| | HUMEDAD ÓPTIMA, % | 35.0 | | |
| | HUMEDAD NATURAL, % | 28.5 | | |
| | COMPACTACIÓN DEL LUGAR, % | *** | | |
| | V.R.S. ESTÁNDAR SATURADO, % | 10.3 | | |
| | EXPANSIÓN, % | 2.7 | | |
| | CLASIFICACIÓN SUCS. | CH | | |
| | CAPACIDAD DE CARGA. ton/m ² | *** | | |

CH= Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

| | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------------------|------|--|
| ESTUDIO DE ESPESORES | TIPO DE PRUEBA | PORTER MODIFICADA VARIANTE II | | |
| | CURVA DE PROYECTO | | | |
| | COND. DEL LUGAR | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | |
| | | ESPESOR REQUERIDO, cm. | | |
| | 90% COMP. | HUMEDAD DE PRUEBA, % | 38.1 | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | 3.4 | |
| | | ESPESOR REQUERIDO, cm. | | |
| | 95% COMP. | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | |
| | | ESPESOR REQUERIDO, cm. | | |
| | 100% COMP. | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | |

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Ver Informe

Laboratorista

// Laboratorio

SUELOS Y PAVIMENTOS

Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

| | |
|--|-----------------------------|
| SOLICITA: Calidad Consultoria y Construcción. | ENSAYE: 2082 |
| POR CONDUCTO DE: [REDACTED] | |
| OBRA: Estudio de Capacidad de Carga Y Diseño de Pavimento Rígido para Vialidad Interior del Fraccionamiento San Pablo. | FECHA DE RECIBO: 21-abr-15 |
| LOCALIZACIÓN: Celaya Gto. | FECHA DE INFORME: 30-abr-15 |
| TIPO DE MATERIAL: Arcilla negra. | |

| | | |
|----------------|---------|------------------------|
| IDENTIFICACION | ENSAYE | 2082 |
| | SONDEO | Sondeo #2 |
| | ESTRATO | E-2 |
| | ESPESOR | DE - 0.15 m. A 0.55 m. |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|-----|-------|--|--|
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | TAMAÑO MAXIMO | | 3/8 | | |
| | % RETENIDO EN MALLA DE 75 mm. | | *** | | |
| | % QUE PASA MALLA DE 4.75 mm. | | 99 | | |
| | % QUE PASA MALLA DE 0.425 mm. | | 93 | | |
| | % QUE PASA MALLA DE 0.075 mm. | | 79 | | |
| | EQUIVALENTE DE ARENA, % | | 1.70 | | |
| | LIMITE LIQUIDO, % | | 65.10 | | |
| | INDICE PLASTICO, % | | 39.20 | | |
| | CONTRACCION LINEAL, % | | 16.30 | | |
| | P.E.S. SUELTO, kg/m3. | | 981 | | |
| | P.E.S. MAXIMO, kg/m3. | | 1311 | | |
| | HUMEDAD OPTIMA, % | | 38.8 | | |
| | HUMEDAD NATURAL, % | | 28.6 | | |
| | COMPACTACION DEL LUGAR, % | | *** | | |
| | V.R.S. ESTANDAR SATURADO, % | | 3.4 | | |
| EXPANSION, % | | 6.3 | | | |
| CLASIFICACION SUCS. | | CH | | | |
| CAPACIDAD DE CARGA. ton/m ² | | *** | | | |

CH= Arcillas inorganicas de alta plasticidad.

| | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| ESTUDIO DE ESPESORES | TIPO DE PRUEBA | | | | | | | |
| | CURVA DE PROYECTO | | | | | | | |
| | CONO DEL LUGAR | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | | | | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | | | | | |
| | | ESPESOR REQUERIDO, cm. | | | | | | |
| | 50% COMP. | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | | | | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | | | | | |
| | | ESPESOR REQUERIDO, cm. | | | | | | |
| | 75% COMP. | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | | | | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | | | | | |
| | | ESPESOR REQUERIDO, cm. | | | | | | |
| | 100% COMP. | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | | | | | |
| VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | | | | | | | |

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Ver Informe

Laboratorista

// Laboratorio

SUELOS Y PAVIMENTOS

Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

| | | |
|--|-------------------|-----------|
| SOLICITA: Calidad Consultoría y Construcción. | ENSAYE: | 2083 |
| POR CONDUCTO DE: [REDACTED] | | |
| OBRA: Estudio de Capacidad de Carga Y Diseño de Pavimento Rígido para Vialidad Interior del Fraccionamiento San Pablo. | FECHA DE RECIBO: | 21-abr-15 |
| LOCALIZACIÓN: Celaya Gto. | FECHA DE INFORME: | 30-abr-15 |
| TIPO DE MATERIAL: Arcilla negra. | | |

| | | |
|----------|---------|------------------------|
| IDENTIFI | ENSAYE | 2083 |
| CACION | SONDEO | Sondeo #2 |
| | ESTRATO | E-4 |
| | ESPESOR | DE - 1.05 m. A 3.05 m. |

| | | |
|--------------------------------------|--|-------|
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | TAMAÑO MAXIMO | N°4 |
| | % RETENIDO EN MALLA DE 75 mm. | *** |
| | % QUE PASA MALLA DE 4.75 mm. | 100 |
| | % QUE PASA MALLA DE 0.425 mm. | 67 |
| | % QUE PASA MALLA DE 0.075 mm. | 11 |
| | EQUIVALENTE DE ARENA, % | 73.90 |
| | LIMITE LIQUIDO, % | 35.40 |
| | INDICE PLASTICO, % | N.P |
| | CONTRACCION LINEAL, % | 0.00 |
| | P.E.S. SUELTO, kg/m ³ . | 1410 |
| | P.E.S. MAXIMO, kg/m ³ . | 1513 |
| | HUMEDAD OPTIMA, % | 24.2 |
| | HUMEDAD NATURAL, % | 14.7 |
| | COMPACTACION DEL LUGAR, % | *** |
| | V.R.S. ESTANDAR SATURADO, % | 68.6 |
| | EXPANSION, % | 0.0 |
| | CLASIFICACION SUCS. | SP-SM |
| | CAPACIDAD DE CARGA. ton/m ² | *** |

SP-SM= Arcas Limosas mal graduadas.

| | | | | | |
|----------------------|-------------------|------------------------------|--|--|--|
| ESTUDIO DE ESPESORES | TIPO DE PRUEBA | | | | |
| | CURVA DE PROYECTO | | | | |
| | COND. DEL LUGAR | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | | |
| | | ESPESOR REQUERIDO, cm. | | | |
| | 90% COMP. | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | | |
| | | ESPESOR REQUERIDO, cm. | | | |
| | 95% COMP. | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | | |
| | | ESPESOR REQUERIDO, cm. | | | |
| | 100% COMP. | HUMEDAD DE PRUEBA, % | | | |
| | | VALOR RELATIVO DE SOPORTE, % | | | |

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Ver Informe

Laboratorista

// Laboratorio

Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

SUB-BASE

SOLICITA: Calidad Consultoría y Construcción.

POR CONDUCTO DE:

No. ENSAYE 2192

OBRA: Estudio de Capacidad de Carga Y Diseño de Pavimento Rígido para Vialidad Interior del Fraccionamiento San Pablo.

FECHA DE RECIBO 24-abr-15

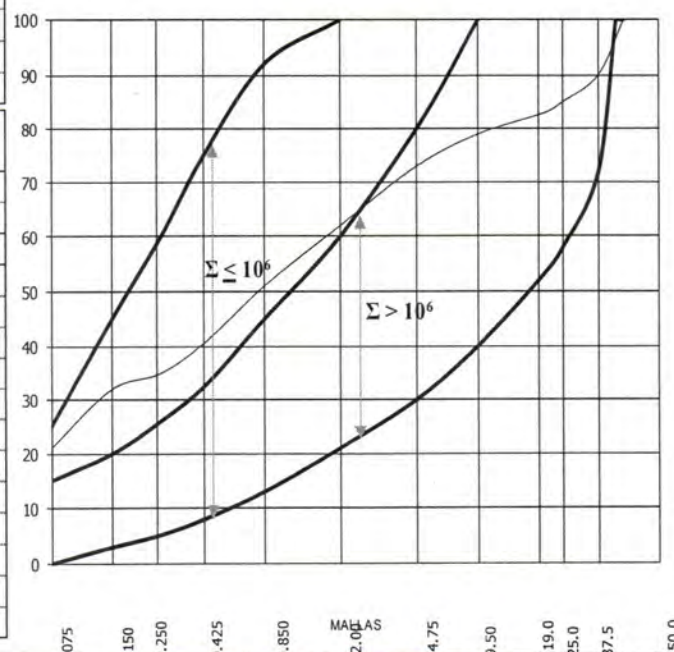
LOCALIZACIÓN: Celaya Gto.

FECHA DE INFORME 04-may-15

| | |
|------------------------------|---|
| MATERIAL PARA CAPA DE | SUB-BASE. |
| NOMBRE DEL BANCO | Banco la Pichonera. |
| UBICACIÓN: | San José Agua Azul. |
| FRENTE DE ATAQUE | *** |
| DESCRIPCION PETROGRAFICA. | Arena limosa. |
| CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO | Muestra tomada en banco propietario Sra. Norma Castro, frente Poniente. |

| | |
|---|------|
| PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO (kg/m ³) | 1164 |
| PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (kg/m ³) | 1500 |
| HUMEDAD OPTIMA(%) | 25.7 |
| PESO VOLUMETRICO DEL LUGAR (kg/m ³) | *** |
| HUMEDAD DEL LUGAR (%) | *** |

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



| G | MALLA | | RETENIDO (%) |
|-----|------------|----------|--------------|
| | milímetros | pulgadas | |
| C R | 50.0 | 2.0 | 0.0 |
| O A | 37.5 | 1 1/2 | 0.0 |
| M N | | | PASA (%) |
| P U | 50.0 | 2 | 100 |
| O L | 37.5 | 1 1/2 | 90 |
| S O | 25.0 | 1.0 | 85 |
| I M | 19.0 | 3/4 | 83 |
| C E | 9.5 | 3/8 | 79 |
| I T | 4.75 | No.4 | 73 |
| O R | 2.0 | No.10 | 62 |
| N I | 0.850 | No.20 | 51 |
| C | 0.425 | No.40 | 41 |
| A | 0.250 | No.60 | 35 |
| | 0.150 | No.100 | 32 |
| | 0.075 | No.200 | 21 |

| PRUEBAS EN MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE 0.425 mm | | ESPECIFICACIÓN | PRUEBAS EN MATERIAL RETENIDO EN MALLA 9.5 mm | | ESPECIFICACIÓN |
|---|-------|----------------|--|------|----------------|
| LIMITE LIQUIDO (%) | 34.30 | 30.0 máximo | ABSORCION (%) | *** | |
| LIMITE PLASTICO (%) | N.P. | | DENSIDAD (gr/cm ³) | *** | |
| INDICE PLASTICO (%) | N.P. | 10.0 máximo | | | |
| CONTRACCION LINEAL (%) | 1.9 | | EQUIVALENTE DE ARENA (%) | 50.8 | 40.0 min. |
| VRS ESTANDAR SATURADO (%) | 89.3 | 50 min. | COMPACTACION DEL LUGAR (%) | *** | **** |
| EXPANSION (%) | 0.00 | | CLASIFICACION SUCS | | SM |

SM = arenas limosas.

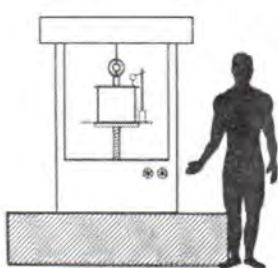
OBSERVACIONES

(ESPECIFICACIONES SCT. N-CMT-4-02-002/11)

El material analizado aún presentando su limite liquido un poco elevado se considera aceptable para capas de Sub-base.

LABORATORISTA

LABORATORIO



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

BASE HIDRAULICA.

SOLICITA: Calidad Consultoría y Construcción.

POR CONDUCTO DE:

No. ENSAYE 3429

OBRA: Estudio de Diseño de Pavimento de Concreto Hidráulico, Guarniciones y Banquetas para la Urbanización del Fracc. San Pablo Tramo: En el Segundo Anillo Poniente, Celaya, Gto.

FECHA DE RECIBO 24-abr-15

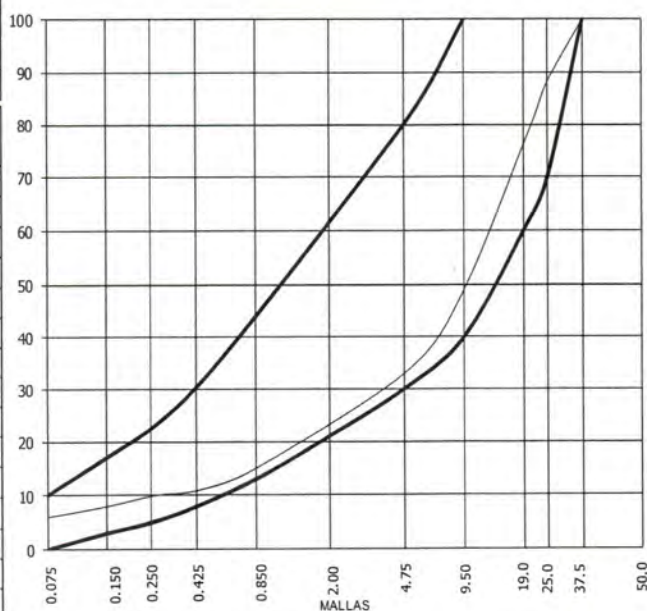
UBICACIÓN: Celaya Gto.

FECHA DE INFORME 04-may-15

| | |
|------------------------------|---|
| MATERIAL PARA CAPA | Base hidráulica. |
| NOMBRE DEL BANCO | Procedencia de Acero (escoria), Banco San Jose aguazul (tepetate) |
| LOCALIZACION | *** |
| FRENTE DE ATAQUE | *** |
| DESCRIPCION PETROGRAFICA. | Escoria de 1 ½ a finos - (80), Tepetate - (20). |
| CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO | Muestra tomada en obra tendida y compactada en area de canchas. |

| | |
|---|------|
| PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO (kg/m ³) | 1855 |
| PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (kg/m ³) | 2527 |
| HUMEDAD OPTIMA(%) | 10.6 |
| PESO VOLUMETRICO DEL LUGAR (kg/m ³) | *** |
| HUMEDAD DEL LUGAR (%) | *** |

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



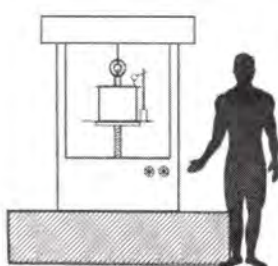
| G | MALLA | | RETENIDO (%) |
|-----|------------|----------|--------------|
| | milímetros | pulgadas | |
| C R | 50.0 | 2.0 | 0 |
| O A | 37.5 | 1 1/2 | 0 |
| M N | | | PASA (%) |
| P U | 50.0 | 2 | 100 |
| O L | 37.5 | 1 1/2 | 100 |
| S O | 25.0 | 1.0 | 88 |
| I M | 19.0 | 3/4 | 79 |
| C E | 9.5 | 3/8 | 49 |
| I T | 4.75 | No.4 | 33 |
| O R | 2.0 | No.10 | 19 |
| N I | 0.850 | No.20 | 15 |
| C | 0.425 | No.40 | 11 |
| A | 0.250 | No.60 | 10 |
| | 0.150 | No.100 | 8 |
| | 0.075 | No.200 | 6 |

| PRUEBAS EN MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE 0.425 mm | | ESPECIFICACIÓN | PRUEBAS EN MATERIAL RETENIDO EN MALLA 9.5 mm | | ESPECIFICACIÓN |
|---|-------|----------------|--|-------|----------------|
| LIMITE LIQUIDO (%) | 34.2 | 30.0 % Máx. | ABSORCION (%) | *** | |
| LIMITE PLASTICO (%) | 23.0 | | DENSIDAD (gr/cm ³) | *** | |
| INDICE PLASTICO (%) | 11.2 | 6.0 % Máx. | DESG DE LOS ANGELES % | *** | 30 Máx. |
| CONTRACCION LINEAL (%) | 3.1 | | EQUIVALENTE DE ARENA (%) | 40.6 | 50 min. |
| VRS ESTANDAR SATURADO (%) | 125.6 | 100 min. | COMPACTACION DEL LUGAR (%) | *** | 100 min. |
| EXPANSION (%) | 0.0 | | | | |
| VRS MODIFICADO AL 95 (%) | *** | | | | |
| HUMEDAD DE PRUEBA | *** | | CLASIFICACION SUCS | GP-GM | |

GP-GM = Graves limosas mal graduadas.

El material analizado se considera aceptable para capas de Base Hidraulica aun asi es recomendable cambiar de material fino por material arenoso en los siguientes tramos.

| | |
|---------------|-----------------|
| LABORATORISTA | INGENIERO CIVIL |
| | |



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



6.- Determinación de Capacidades de Carga.

Debido a la relativa homogeneidad vista en los materiales se recuperaron muestras inalteradas procedentes de los sondeos 1 y 2.

De acuerdo con la estratigrafía observada en el subsuelo y en base a los parámetros que se obtuvieron de los ensayos de campo y laboratorio, enseguida se presenta la determinación de capacidad de carga del estrato en cuestión:

Después de la exploración del subsuelo y extracción de muestra inalterada del sondeo PCA-1 estrato #2 localizado de -0.85 a -1.35 metros con respecto a la superficie actual, para conocer su capacidad de carga se realizó mediante la:

Teoría de Skempton.

(Ensayo a compresión simple).

$$Q_{adm.} = (cN_c) / F_s + (P_{ehl}) D_f \text{ -----(a).}$$

Datos:

$$Q_{adm.} = \text{capacidad de carga admisible, kg / cm}^2.$$

$$C = \text{cohesión propia del material ensayado} = 0.357 \text{ kg. / cm}^2.$$

N_c = factor de carga, que está en función de dimensiones de cimiento y profundidad de desplante dentro del estrato elegido (en este caso conservadoramente se supondrá al inicio del mismo y para un cimiento corrido), adimensional = 5.14

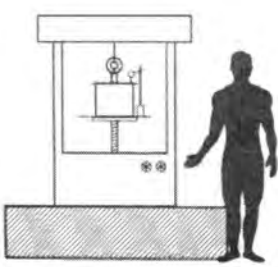
F_s = factor de seguridad, adimensional = 3

P_{ehl} = peso específico húmedo del lugar = $0.001685 \text{ kg. / cm}^3$.

D_f = profundidad desplante = 120 cm.

Sustituyendo en expresión (a) se tiene:

$$Q_{adm.} = 0.357 (5.14) / 3 + 0.001685 (120) = 0.81 \text{ kg. / cm}^2. = \underline{8.1 \text{ ton / m}^2}.$$



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

Teoría de Terzaghi.

Suelos con cohesión y fricción. Considerando el cálculo de capacidad de carga para cimiento continuo suponiendo falla local.

$$Q_{adm} = \frac{(0.666)C(N'_c) + \gamma D_f(N'_q) + 0.5 \gamma B(N'_\gamma)}{F_s} \dots\dots\dots(a).$$

Simbología.

N'_c , N'_q , N'_γ = coeficientes adimensionales que dependen solo del ángulo de fricción interna del suelo y se denominan factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobrecarga y al peso del suelo respectivamente. Por tanto en este caso:

$$N'_c = 12$$

$$N'_q = 4$$

$$N'_\gamma = 1$$

$$C = \text{cohesión propia del suelo, kg/cm}^2 = 1.88$$

$$\gamma = \text{peso específico húmedo del terreno natural, kg/cm}^3 = 0.001575$$

$$D_f = \text{profundidad de desplante con respecto a la superficie, cm} = 220$$

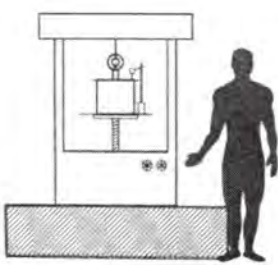
$$B = \text{ancho del cimiento (supuesto), cm} = 100$$

$$F_s = \text{factor de seguridad, adimensional} = 3$$

Por tanto sustituyendo en expresión (a) se tiene:

$$Q_{adm} = \frac{(0.666*1.88*12) + (0.001575*220*4) + (0.5*0.001575*100*1)}{3} = 5.47 \text{ kg/cm}^2.$$

$$Q_{adm} = 54.7 \text{ ton / m}^2.$$



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

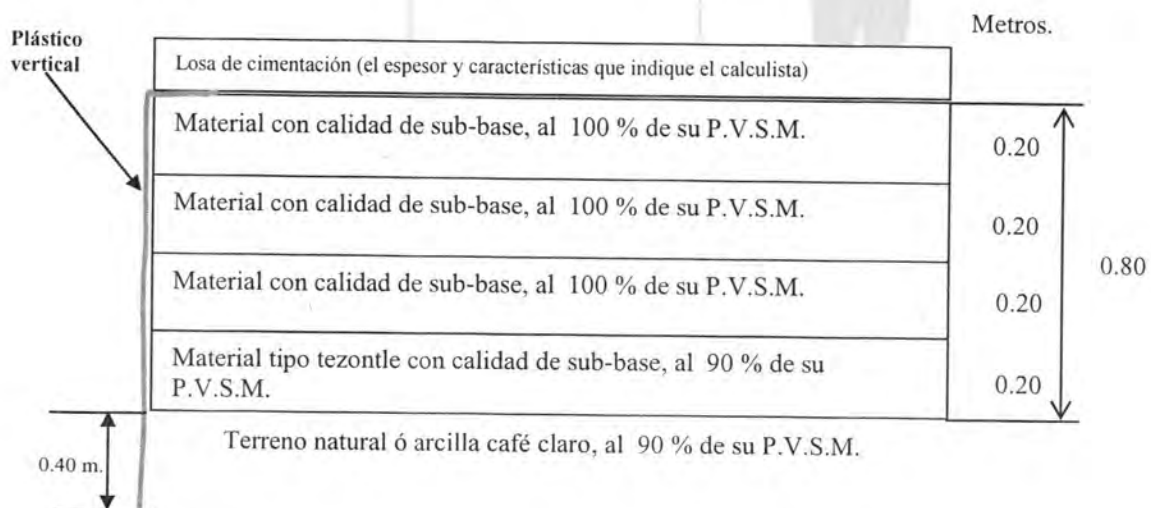
7.-Conclusiones y Recomendaciones.

Como se aprecia en los cálculos de capacidad de carga existen estratos con diferente soporte, de los cuales la resistencia más baja fue de **8.1 ton/m²** que corresponde a la del sondeo PCA-1, estrato 1 (que se encuentra de 0.95 a 1.65 metros de profundidad, considerada esta con respecto a la superficie actual en el área del sondeo que fue cercana a la avenida del segundo anillo poniente); mientras que en el PCA-2 (área destinada para canchas), estrato 4 (existente de 1.05 a la profundidad explorada) fue de **54.7 ton/m²**. Por lo que en caso de desplantar cimentaciones o plataformas a profundidades menores a 1.00 metro es recomendable adoptar la de **8.1 ton/m²**.

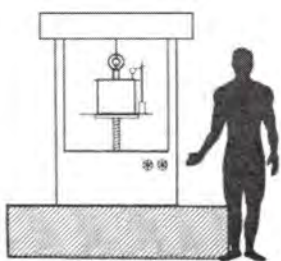
Por el tipo de terreno y construcción práctica se recomienda que los elementos de cimentación sean con zapatas corridas o con losa de cimentación apoyada sobre la plataforma.

Para proteger a los pisos de probables expansiones habrá que trabajar una estructura de plataforma, pues el material procedente de los estratos inferiores corresponden a una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad que fue sometida a una prueba de esfuerzo controlado (y su resultado fue de 1087 kg/m²), que al recibir humedad tendrá expansiones, como no puede asegurarse que no recibirá, se sugiere adoptar precauciones, para contrarrestar el esfuerzo alcanzado, por tanto se requiere de **0.80 metros de relleno** con material procedente de banco de préstamo (suponiendo en forma conservadora para este material con peso volumétrico de 1500 kg/m³) como se muestra en la siguiente figura:

Sección de Estructura de plataforma que deberá conformarse como se indica para todas las áreas en donde se tengan proyectadas construcciones, viviendas, andadores o banquetas.

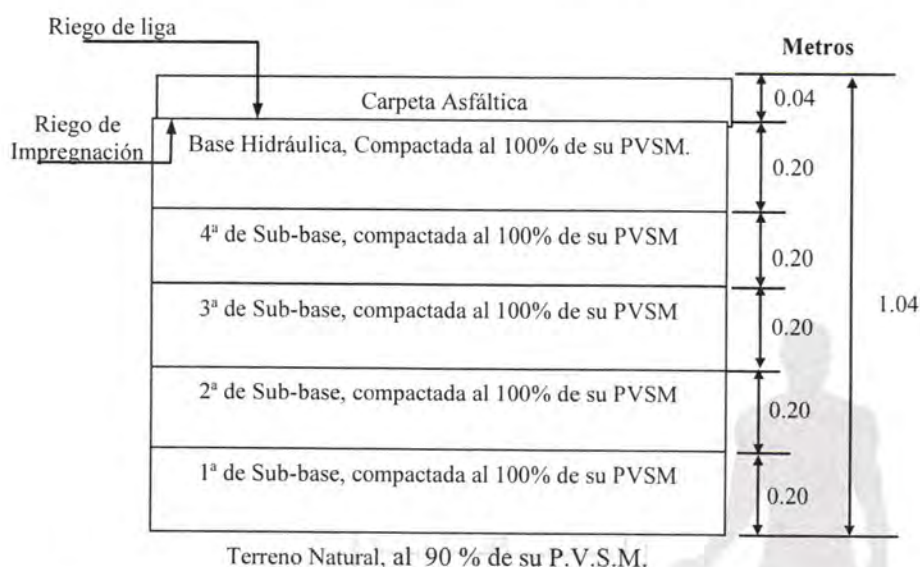


Acotación: metros



Por otro lado, si se pretende en proyecto áreas verdes en contacto directo con la estructura de las plataformas para edificación, prácticamente representan filtraciones laterales de humedad. Para evitar estas humedades será necesario como medida preventiva colocar una membrana impermeable (plástico) vertical debidamente de tal forma que la profundidad de esta se deje al menos 40 centímetros abajo del nivel de desplante de plataforma y cualquier cimentación. Esto puede conseguirse realizando una excavación angosta para colocar el plástico y después rellenar la cepa compactando debidamente.

Estructura de plataforma que deberá conformarse para Cancha de Tenis



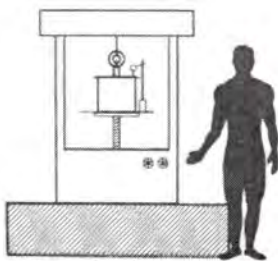
El material o la mezcla de materiales de banco que se suministre, deberá cumplir con especificaciones que marca la Secretaria de Comunicaciones y Transportes **N-CMT-4-02-001/11**.

El material que conforma el estrato 1 del tipo arcilla negra deberá retirarse con el fin de proteger a los pisos de las edificaciones, ya que es muy agresiva en cuanto a expansión se refiere (por esa razón en la plataforma señalamos desplante de la arcilla café claro ó más abajo).

Tabla 1. Requisitos de granulometría que deberá de cumplir el material de sub-base.

D. Requisitos de calidad para sub-base.

El material natural, cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado, que se emplee en la construcción de sub-base, cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación:



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



D.1. El material tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 1 y se muestran en la Figura 1, considerando que el tamaño máximo de sus partículas no será mayor de veinticinco (25) por ciento del espesor de la sub-base, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 2 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 (ΣL).

TABLA 1.-Requisitos de granulometría de los materiales para sub-base.

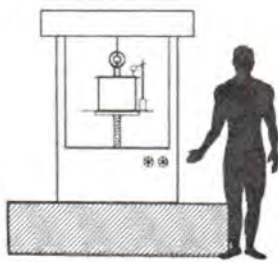
| Malla | | Porcentaje que pasa ^[1] |
|----------|---------|------------------------------------|
| Abertura | Designa | $\Sigma L < 10^6$ ^[2] |
| 75 | 3" | 100 |
| 50 | 2" | 85-100 |
| 37.5 | 1 1/2" | 75-100 |
| 25 | 1" | 62-100 |
| 19 | 3/4" | 54-100 |
| 9.5 | 3/8" | 40-100 |
| 4.75 | Nº 4 | 30-100 |
| 2.0 | Nº 10 | 21-100 |
| 0.85 | Nº 20 | 13-92 |
| 0.425 | Nº 40 | 8-75 |
| 0.25 | Nº 60 | 5-60 |
| 0.15 | Nº 100 | 3-45 |
| 0.075 | Nº 200 | 0-25 |

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

[2] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento.

D.2 La curva granulométrica del material por emplear, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual SCT, requisitos que se mencionan enseguida:

M·MMP·4·01·003, *la curva granulométrica del material*, tendrá una forma semejante a la de las curvas que se muestran en la Figura 1 de esta Norma, 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 (Nº200) al que pase la malla con abertura de cero coma cuatrocientos veinticinco (0,425) milímetros (nº 40) no será mayor de cero coma sesenta y cinco (0.65).



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

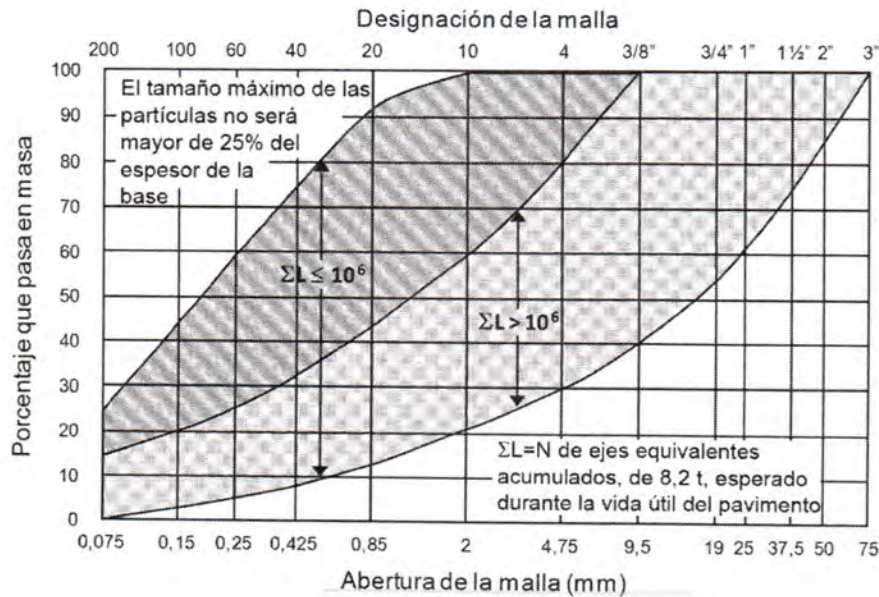


FIGURA1.-Zonas granulométricas recomendables de los materiales para sub-base.

TABLA2.-Requisitos de calidad de los materiales para sub-base.

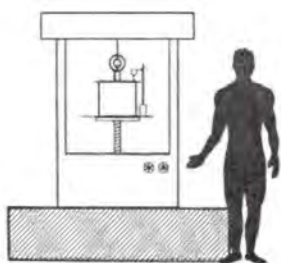
| CARACTERÍSTICAS | Valor % |
|--|-----------------------|
| | $\Sigma L < 10^6$ [1] |
| Límite Líquido [2], máximo. | 30 |
| Índice Plástico [2], máximo. | 10 |
| Equivalente de arena [2], mínimo. | 30 |
| Valor relativo de Soporte estándar saturado [2,3]. | 50 |
| Desgaste de los ángeles [2], máximo. | 50 |
| Grado de compactación [2,4] mínimo | Según se indique |

[1] ΣL =Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinado mediante 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 Porter.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



8.-Diseño de Pavimento Rígido, Método PCA (Análisis de daños por Erosión y Fatiga).

Para analizar adecuadamente las condiciones tanto del suelo, como de carga y tráfico a los que va a estar sometido el pavimento se utilizara el método de la Portland Cement Association (Método PCA, análisis por erosión y fatiga).

Enseguida se presentan los esfuerzos y deflexiones que se deben considerar en el diseño de pavimento rígido y que debemos de tener presentes:

- Contracciones debidas a cambios de temperatura.
- Esfuerzos de tensión generados en la base de la losa, que producen agrietamiento como resultado de la resistencia por fricción que se genera en la interface losa-capa de apoyo.
- Esfuerzos de tensión y compresión en la losa, debidos a ondulaciones que se presentan por cambios en gradientes térmicos a lo largo de su sección transversal.
- Esfuerzos de tensión y compresión en la losa, producto de las expansiones y contracciones debidos a los cambios de temperatura y (alabeo) a lo largo de la sección transversal de la losa.
- Esfuerzos combinados del tránsito con el de la ondulación por temperatura que producen daños importantes a las losas, estos esfuerzos deben ser considerados en los análisis por fatiga.

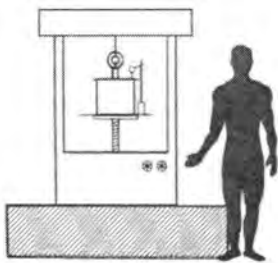
Esfuerzos por cargas de tráfico vehicular.

- Esfuerzos debidos a fricción.
- Movimientos de losas.
- Cambios volumétricos en el concreto.

Debido a que los pavimentos rígidos están sujetos a los esfuerzos mencionados es notorio que para que los pavimentos cumplan en forma satisfactoria y económica la vida útil que de ellos se espera es necesario que su proyecto esté basado en los factores siguientes:

Tránsito.

La clasificación, canalización y el predominio de cargas vehiculares en el borde influye significativamente en los requerimientos de transferencia de carga para el comportamiento a largo plazo.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

Tipo de terreno de apoyo.

Los valores de soporte y las características friccionantes en la interface del pavimento con el terreno de apoyo para diferentes tipos de suelos afectan los movimientos y el soporte de las losas.

Consideraciones ambientales.

Los cambios en la temperatura y en la humedad inducen movimientos de la losa, resultando en concentraciones de esfuerzos y en alabeos.

Características del concreto.

Los componentes de los materiales afectan la resistencia del concreto y los requerimientos de juntas, los materiales seleccionados para el concreto determinan las contracciones de la losa.

Por lo tanto basándose en el criterio de pavimentos de concreto de la PCA por erosión y fatiga, cuyo proceso presenta las siguientes etapas y características para su análisis:

DATOS DE PROYECTO.

Factor de crecimiento anual.

El factor de crecimiento puede determinarse asignando una tasa de crecimiento constante al tránsito promedio en toda la vida del proyecto. Por tanto en este caso considerando un incremento anual del 3.0 %, para una vida útil de 20 años obtenemos un factor de crecimiento anual (FCA) de 1.34.

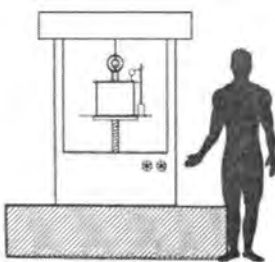
Datos de apoyo y del concreto.

El módulo de reacción (k) del suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural que soportara la estructura del pavimento y los esfuerzos vehiculares que este recibirá, y debido a la complejidad para obtener este dato directamente del terreno natural, teóricamente es práctico estimar un valor del módulo en correlación con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) o al V.R.S. obtenido en el laboratorio, en ambas formas se obtienen valores estimativos, siendo más aproximado el último.

En vista de que los materiales detectados en el sondeo hecho en la exploración dentro del tramo no ofrecen confiabilidad para el pavimento por el tipo y cantidad de vehículos que se esperan (pues el promedio de los materiales recuperados y representativos del tramo en estudio arrojan un módulo de reacción de $k = 2.1 \text{ kg/cm}^3$), por este motivo se propone la conformación de una capa de transición de 40 centímetros de espesor como base granular con materiales procedentes de banco de préstamo para apoyo de losas, y con el cual se obtiene un módulo de reacción efectivo de $k_c = 6.00 \text{ kg/cm}^3 = 225 \text{ PCI}$. Este valor se considera como una condición de apoyo alta en el (texto de Guía para el Diseño de Pavimentos Rígidos).

Módulo de ruptura del concreto (M_r) a la flexión.

El concreto a emplearse en este tipo de losas será especificado de acuerdo a su resistencia a la flexión por tensión o módulo de ruptura (M_r), en vez de la resistencia tradicional a la compresión (F'_c) que es comúnmente usada en otro tipo de estructuras de concreto.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

Lo anterior se fundamenta al considerar que en una losa de concreto sometida a cargas dinámicas los esfuerzos de flexión internos se encuentran más cercanos a su resistencia última a la flexión (M_r), que los esfuerzos internos de compresión contra su resistencia última a la compresión (f'_c).

Por tanto a lo largo de la producción del concreto deberá vigilarse con frecuencia las propiedades resultantes que serán indicadoras de su calidad de acuerdo a las especificaciones o normas establecidas en el proyecto.

El control de calidad del concreto para pavimentos deberá llevarse a cabo determinando las siguientes características del concreto:

- Revenimiento del concreto (NMX – C - ONNCCE).
- Determinación del revenimiento del concreto fresco (NMX – C – 156 - ONNCCE).
- Resistencia a la compresión del concreto (NMX – C – 83 -ONNCCE).
- Determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con cargas en los tercios del claro (NMX – C – 191 – ONNCCE) y las que le complementan.

La resistencia del concreto para pavimentos rígidos se mide para su resistencia a la flexión sobre la base de la propiedad llamada módulo de rotura y que es determinada mediante ensayos de resistencia a la flexión, o resistencia del concreto empleando la viga simple con cargas a los tercios del claro (NMX – C – 191 – ONNCCE).

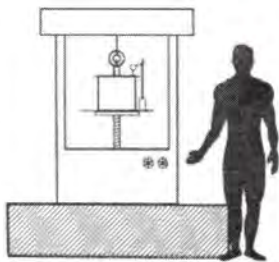
Resistencia del concreto.- En estos casos es común ver en diferentes autores la sugerencia de que el módulo de Ruptura (M_R) debe estar en un rango entre 35 y 50 kg/cm^2 . Tomando en cuenta a las solicitaciones a que estará expuesta la capa de rodamiento se propone trabajar la mezcla de concreto para un módulo de ruptura de $M_r = 35 \text{ kg/cm}^2 = 600 \text{ PSI}$ a 28 días.

Así también para conseguir esto es recomendable emplear revenimientos bajos o mezclas secas, primeramente para evitar resistencias bajas debido a la relación agua / cemento y segundo para cumplir económicamente con los resultados de resistencia y durabilidad, recomendando los siguientes revenimientos:

- Para concretos que se van a vibrar = 4.0, 7.5 cm.

Información del tráfico.

Se debe conocer el número de repeticiones esperadas durante todo el periodo de diseño de cada tipo de eje, partiendo del Transito Promedio Diario Anual (TPDA), el % que representa cada tipo de eje en el TPDA, el factor de crecimiento del tráfico, el factor de sentido, el factor de distribución por carril y el periodo de diseño, así como el factor de seguridad de carga.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62*13*69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL Y SU COMPOSICIÓN.

| Tipo de vehículo | Total diarios. | % del TDPA. | Cargados, %. | Vacios, %. |
|----------------------------|----------------|-------------|--------------|------------|
| A2 | 1697 | 76.82 | 100 | 0 |
| A'2 | 504 | 22.82 | 100 | 0 |
| C2 | 5 | 0.23 | 60 | 40 |
| C3 | 3 | 0.14 | 80 | 20 |
| Sumatoria en dos sentidos. | 2209 | 100.0 | | |

Criterios para determinar el Factor de distribución para Carril de diseño.

1.- Los Ingenieros [REDACTED] proponen adoptar un rango que oscila entre el 25 y el 48% del total de vehículos pesados que circula en las dos direcciones, para carreteras con más de 4 carriles.

2.- La distribución de camiones pesados en carreteras múltiples ha sido estudiada en los Estados Unidos, y de estos se desprende que de 129 sitios monitoreados en el periodo de 1982 a 1983 en seis estados el porcentaje de tal factor varía de 66 % a 94 % para caminos de cuatro carriles.

3.- En el caso de autopistas de más de tres carriles en cada dirección, el rango es de 49 a 82%.

4.- Otra opción es utilizar figuras de textos correspondientes donde manejan solamente para determinación de 2 y tres carriles.

Como se aprecia en los tres primeros casos no aplica de acuerdo al tipo de vialidad en que nos encontramos. Para obtener resultados representativos se propone aplicar la opción #4 con las figuras utilizadas con respecto al Transito promedio Diario Anual.

Factor de sentido.

Por las dimensiones de la vialidad, la cantidad de vehículos son considerados para una circulación en un sentido, el factor de sentido entonces a emplear en el diseño es: FS = 1.0

El Factor de Crecimiento Anual.

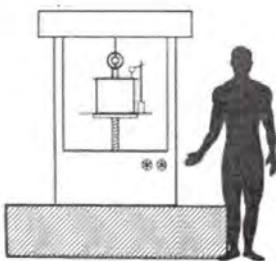
FCA: en este caso se utilizará una tasa de crecimiento de 3.0 % y periodo de diseño de 20 años, por lo cual se tiene un factor de crecimiento anual de: 1.34

$$FCA = [(1+0.03)^{20} - 1] / (0.03) (20) = 1.34$$

Factor de Distribución por Carril.

Al igual que en el FCA, se trata de una calle con dimensiones de ancho limitadas por guarniciones y banquetas, y que por sus dimensiones de ancho, el factor de distribución se propone del 100 % de tránsito de vehículos pesados sobre el carril de diseño.

Los resultados de las repeticiones esperadas para todos los tipos de ejes que intervienen en el diseño se presentan en la siguiente tabla:



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



Repeticiones esperadas para cada tipo de eje

| Tipo de eje | Peso en Kips | Repeticiones Anuales | Repeticiones vida útil | Tipo de vehículo |
|-------------|--------------|----------------------|------------------------|------------------|
| Sencillo | 2.2 | 309702.5 | 8321822.2 | A2 |
| Sencillo | 2.2 | 309702.5 | 8321822.2 | A2 |
| Sencillo | 3.8 | 91980.0 | 2471537.0 | A'2 |
| Sencillo | 8.4 | 91980.0 | 2471537.0 | A'2 |
| Sencillo | 12.2 | 547.5 | 14711.5 | C2 |
| Sencillo | 22.2 | 547.5 | 14711.5 | C2 |
| Sencillo | 12.2 | 438.0 | 11769.2 | C3 |
| Sencillo | 1.8 | 0.0 | 0.0 | A2 |
| Sencillo | 1.8 | 0.0 | 0.0 | A2 |
| Sencillo | 2.9 | 0.0 | 0.0 | A'2 |
| Sencillo | 2.7 | 0.0 | 0.0 | A'2 |
| Sencillo | 7.8 | 365.0 | 9807.7 | C2 |
| Sencillo | 6.7 | 365.0 | 9807.7 | C2 |
| Sencillo | 8.9 | 109.5 | 2942.3 | C3 |
| Tandem | 40.0 | 438.0 | 11769.2 | C3 |
| Tandem | 10.0 | 109.5 | 2942.3 | C3 |

El análisis por fatiga se determina para evaluar el daño acumulado al pavimento inducido por los esfuerzos producidos por la acción repetida de las cargas.

El análisis por erosión se determina para limitar los efectos de la deflexión del pavimento en las zonas críticas, orillas, juntas y esquinas, inducidas por la potencial erosión de la capa de apoyo.

Cabe señalar que considerando un espesor de 15.0 centímetros de losa, un módulo M_r de 35 Kg/cm^2 y 55 centímetros de capa de transición, el porcentaje de daño por fatiga resulto mayor al 100 %, por tanto a continuación se presentan los resultados del cálculo con espesor de 15.0 centímetros de losa, M_r de 42 Kg/cm^2 y 55 centímetros de capa de transición para la estructura del pavimento, además considerando las siguientes características:

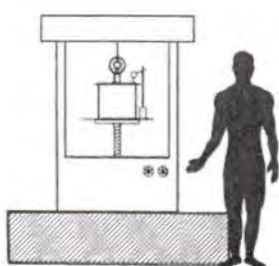
Módulo de reacción efectivo K_c de la Base granular: 225 PCI

Factor de carga LSF: 1.1

Sin uso de pasajuntas.

Con apoyo lateral.

Periodo de diseño: 20 años.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



| | Sencillo | Tandem | Triple |
|-------------------------|----------|--------|--------|
| Esfuerzo Equivalente = | 284.2 | 237 | 193.7 |
| Relación de Esfuerzos = | 0.47 | 0.40 | 0.32 |
| Factor de Erosión. = | 2.89 | 2.90 | 2.90 |

| Carga del eje en kips | Multiplicada LSF | Repeticiones Esperadas. | Análisis por Fatiga. | | Análisis por erosión. | |
|-----------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | | Repeticiones Permisibles. | % de daño Por fatiga. | Repeticiones Permisibles | % de daño Por erosión |

EJES SENCILLOS.

| | | | | | | |
|--------------------------|------|-----------|------------|-------|------------|-------|
| 2.2 | 2.4 | 8321822.2 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 2.2 | 2.4 | 8321822.2 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 3.8 | 4.2 | 2471537.0 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 8.4 | 9.3 | 2471537.0 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 12.2 | 13.4 | 14711.5 | Ilimitadas | 0.00 | 4000000 | 0.37 |
| 22.2 | 24.4 | 14711.5 | 16000 | 91.95 | 63000 | 23.35 |
| 12.2 | 13.4 | 11769.2 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 1.8 | 2.0 | 0.0 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 1.8 | 2.0 | 0.0 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 2.9 | 3.2 | 0.0 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 2.7 | 2.9 | 0.0 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 7.8 | 8.6 | 9807.7 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 6.7 | 7.3 | 9807.7 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| 8.9 | 9.8 | 2942.3 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| Sub Total Ejes Sencillos | | | | 91.95 | | 23.72 |

EJES TANDEM

| | | | | | | |
|-----------------------|------|---------|------------|------|------------|-------|
| 40.0 | 44.0 | 11769.2 | 600000 | 1.96 | 100000 | 11.77 |
| 10.0 | 11.0 | 2942.3 | Ilimitadas | 0.00 | Ilimitadas | 0.00 |
| Sub Total Ejes dobles | | | | 0.00 | | 15.43 |

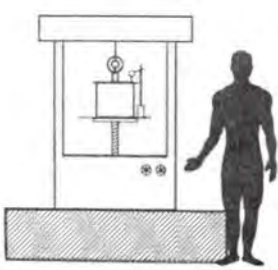
TOTAL

93.91

35.49

Los porcentajes totales de daños por fatiga y por erosión son menores al 100 %, por tanto el diseño es adecuado y se acepta el espesor de 15.0 centímetros para losas de pavimento, $M_r = 42 \text{ Kg/cm}^2$ sin uso de pasajuntas y 55 centímetros de transición con material de Sub-base y de base granular.

Es decir que la sección de proyecto recomendada sería:



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

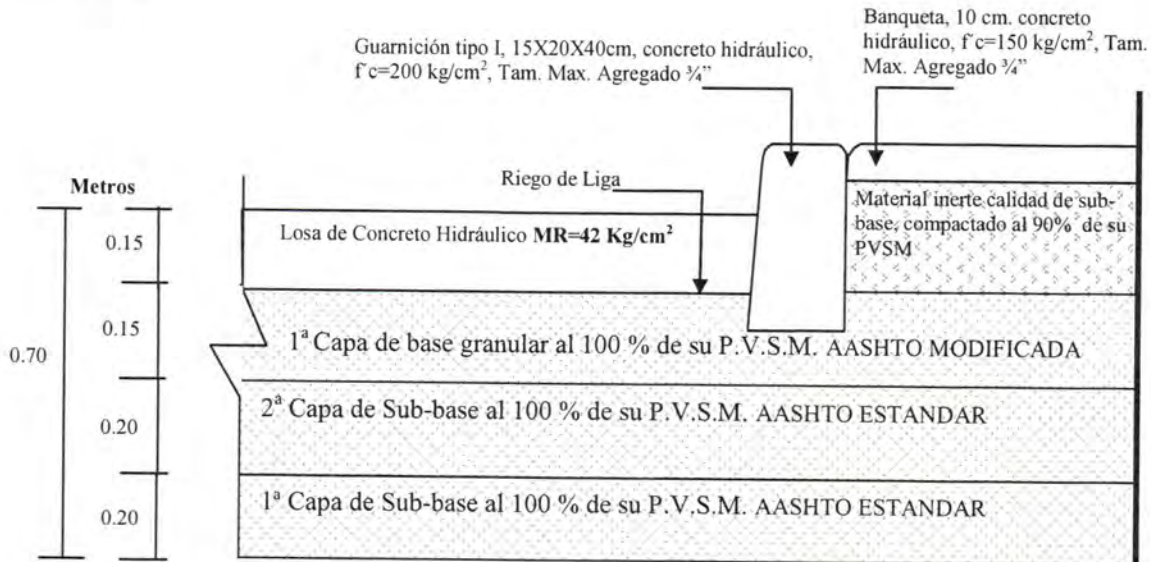


Figura fuera de escala.

VI.- Recomendaciones para Pavimento Rígido.

Como se observa en el perfil de campo, el material encontrado en el subsuelo del tramo en estudio actualmente posee materia vegetal por lo que será necesario despallar y retirar de la zona en estudio.

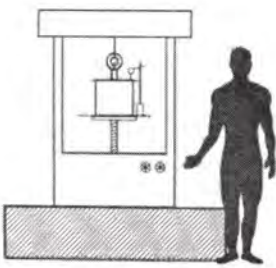
De acuerdo a los niveles de rasante previamente definidos se hará el cajeo necesario para alcanzar el espesor del pavimento (**70.0 centímetros**) como mínimo correspondiente al tramo en estudio retirando el material producto de excavación.

El material que conforma el estrato 1 del tipo arcilla negra deberá retirarse con el fin de proteger a los pisos.

Es recomendable que la excavación y retiro de material se haga abarcando ancho de arroyo y banquetas con un sobreancho en la corona de 1.00 metro aproximadamente (comprendiendo a partir de esta consideración un pateo de 1:1) a su línea de ceros.

1ª y 2ª Capa de Sub-base.

Cada capa con espesor de 20 centímetros cada una. Estas capas se deberán trabajar uniformemente en toda la longitud y ancho del tramo proyectado en una sola etapa que cumpla con los requisitos señalados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. La 1ª y 2ª capa deberán tener una humedad cercana a la óptima y se compactará al 100 % respectivamente de su peso volumétrico seco máximo (PRUEBA AASHTO ESTANDAR). Se deberá conformar con material que reúna las siguientes características:



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62*13*69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

N-CMT-4-02-001-11.

Tabla 1. Requisitos de granulometría que deberá de cumplir el material de sub-base (para pavimentos asfálticos).

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

D.1. El material tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 1 y se muestran en la Figura 1, considerando que el tamaño máximo de sus partículas no será mayor de veinticinco (25) % del espesor de la capa de sub-base, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 2 de esta norma.

TABLA1.-Requisitos de granulometría de los materiales para sub-bases de pavimentos asfálticos.

| Malla | | Porcentaje que pasa ^[1] |
|---------------|--------------|---------------------------------------|
| Abertura (mm) | Designación. | $\Sigma L \times 10^6$ ^[2] |
| 75 | 3" | 100 |
| 50 | 2" | 85 - 100 |
| 37.5 | 1 1/2" | 75 - 100 |
| 25 | 1" | 62 - 100 |
| 19 | 3/4" | 54 - 100 |
| 9.5 | 3/8" | 40 - 100 |
| 4.75 | Nº 4 | 30 - 100 |
| 2.0 | Nº 10 | 21 - 100 |
| 0.85 | Nº 20 | 13 - 92 |
| 0.425 | Nº 40 | 8 - 75 |
| 0.25 | Nº 60 | 5 - 60 |
| 0.15 | Nº 100 | 3 - 45 |
| 0.075 | Nº 200 | 0 - 25 |

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

[2] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

D.2 La curva granulométrica del material por emplear, deberá de ser determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual de pruebas.

M·MMP·4·01·003, *Granulometría*, tendrá una forma semejante a la de las curvas que se muestran en la Figural de esta Norma, 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 (Nº200) al que pase la malla con abertura de cero coma cuatrocientos veinticinco (0,425) milímetros (nº 40) no será mayor de cero coma sesenta y cinco (0.65).

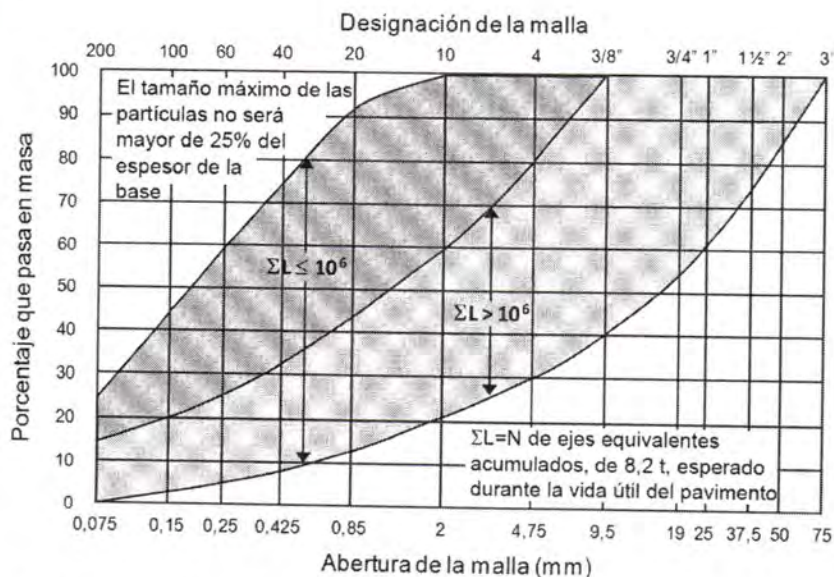
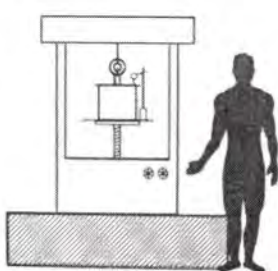


FIGURA1.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para sub-bases de pavimentos asfálticos.

TABLA2.- Requisitos de calidad de los materiales para sub-bases de pavimentos asfálticos.

| CARACTERÍSTICAS | Valor % |
|---|-----------------------|
| | $\Sigma L > 10^6$ [1] |
| Límite Líquido [2], máximo. | 25 |
| Índice Plástico [2], máximo. | 6 |
| Equivalente de arena [2], mínimo. | 40 |
| Valor relativo de Soporte estándar saturado [2,3] | 60 |
| Desgaste de los ángeles [2], máximo. | 40 |
| Grado de compactación [2,4] mínimo | 100 |

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento

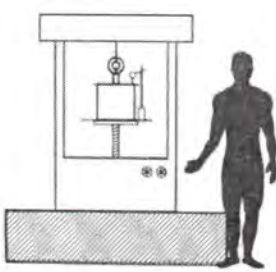
[2] Determinado mediante procedimientos de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

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

[4] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba Porter.

Capa de base granular.

Capa de 15 centímetros de espesor. Se conformara con material que reúna los requisitos de calidad señalados en la normativa SCT - SCT N-CMT-4-02-002/11. D. D.2. A manera de recomendación se puede utilizar grava en tamaños de 1 ½ afinos del banco "Las Brujas" de Apaseo el Grande, Gto. La capa deberá tener una humedad cercana a la óptima y se compactara al 100 % respectivamente de su peso volumétrico seco máximo (PRUEBA AASHTO MODIFICADA). Se deberá conformar con material que reúna las siguientes características:



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

D. Requisitos de Calidad para Bases de Pavimentos de Concreto Hidráulico.

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 |

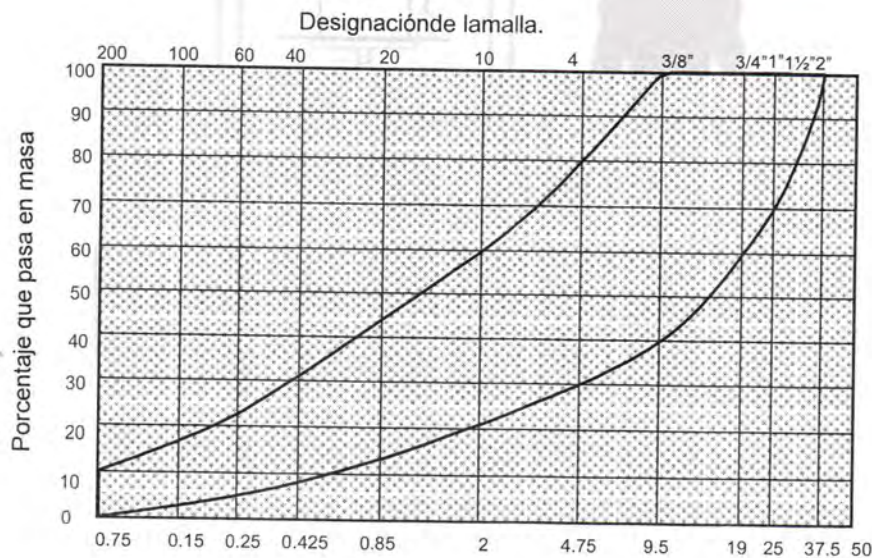
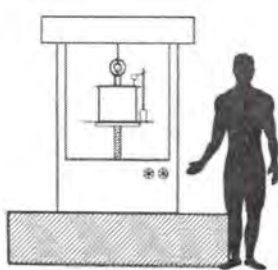


FIGURA1.-Zona granulométrica recomendable de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



TABLA2.-Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico.

| Características | Valor % |
|--|-----------------------------------|
| Límite líquido[1], máximo | 25 |
| Índice plástico[1], máximo | 6 |
| Equivalente de arena, mínimo [1] | 40 |
| Valor Relativo de Soporte, mínimo [1, 2] | 100 |
| Desgaste Los Ángeles, máximo [1] | 35 |
| Partículas alargadas y lajeadas, máximo | 40 |
| Grado de compactación [1, 3], mínimo | Según se indique en este informe. |

[1]Determinado mediante 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 Porter.

Para dar por terminada la capa inmediata inferior a la de rodamiento se verificarán alineación, perfil, compactación, sección, espesor y el acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto considerando las siguientes tolerancias:

- Pendiente transversal para carreteras y calles $\pm 0.5 \%$.
- Profundidad de depresiones, observadas colocando una regla de 3 metros de longitud transversal y longitudinalmente al eje, 1.0 cm como máximo.
- En espesores para carreteras y calles deberá cumplirse:

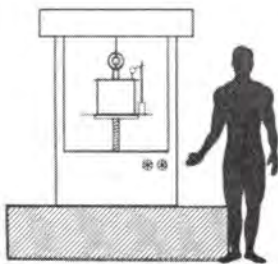
$$\sqrt{\{[(e_1 - \bar{e})^2 + (e_2 - \bar{e})^2 + \dots + (e_n - \bar{e})^2]_n\}} \leq 0.12 \bar{e}$$

Además: $|e_r - \bar{e}| \leq 0.2 \bar{e}$, en el 90 % de los casos como mínimo para sub-bases de pavimentos rígidos.

Dónde: $e_1, e_2, \dots, e_n, e_r$ = espesores reales encontrados en los sondeos y nivelaciones.

Y \bar{e} = espesor real promedio correspondiente a los puntos de prueba.

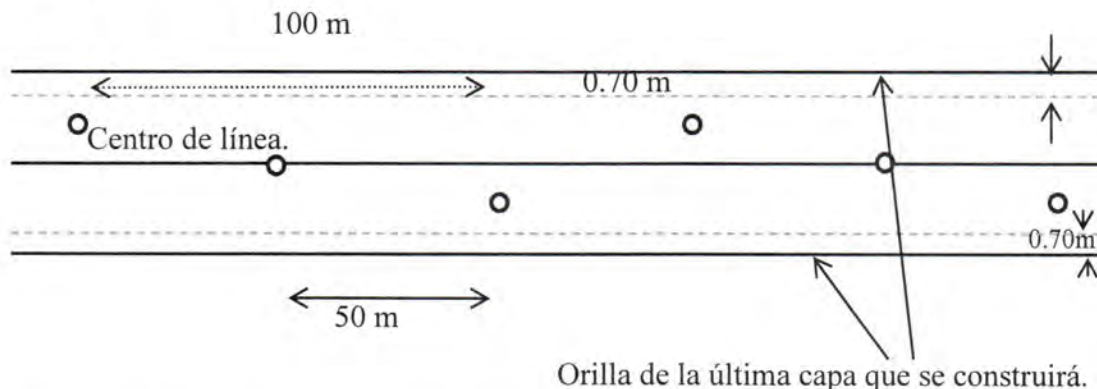
Y n = número de verificaciones del espesor real hechas en campo, cuya distribución de sondeos será como se indica en la figura siguiente:



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.



- Puntos de nivelación y sondeos para compactaciones.

Se recomienda realizar el afine de la base granular correctamente, ya que una superficie irregular ofrece trabazón en la cara de contacto de la losa oponiéndose a sus movimientos por cambios volumétricos de contracción y dilatación.

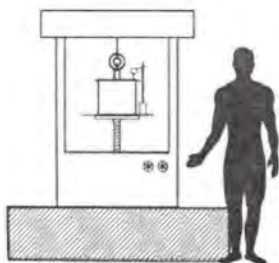
Debido a que los niveles de rasante son recomendables proyectar por arriba del nivel de terreno natural actual y no existen construcciones en gran parte del tramo por construir, es recomendable además de atender las sugerencias de sobreanchos, y compactaciones señaladas respectivamente para cada capa, colocar un material plástico de arropo (en espesor mínimo de 30 centímetros compactados al 95 % de su peso específico seco máximo) en los taludes y sembrar con plantas adecuadas.

Registros pluviales.

La construcción de estos registros se recomienda hacerla a cada 50.00 metros de separación una de otra sobre la misma acera y que funcionen para tal fin, por lo que debe ponerse atención a las pendientes longitudinales y transversales. Se sugiere tomar en cuenta la longitud que se va a trabajar para distribuir previamente el número de registros que se requieren, de tal forma que los 50.00 metros mencionados se adopten como máxima distancia entre registros.

Es recomendable que los trabajos de relleno requeridos en cepas después de colocar tuberías (acostillado de tubos hasta la superficie) y/o perímetro exterior de registros y pozos de visita se realicen debidamente en capas no mayores de 20 centímetros y se verifique mediante obtención de compactaciones por un laboratorio profesional en construcción.

Ahora el momento de realizar estos trabajos se recomienda hacerlo de ser posible, después de tender la primera capa de base y terminarse hasta el enrase de registro tomando en cuenta el espesor que requiere la rejilla, pero antes de aplicar el riego de liga en este caso. La colocación de rejilla se recomienda hacerlo junto con el concreto.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



Riego de impregnación. N-CTR-CAR-1-04-004/00; N-LEG-3; N-CTR-CAR-4-05-001

Este riego puede hacerse con asfaltos del tipo fraguado medio (fm-1) a razón de 1.2 a 1.5 lts/m² aplicado con petrolizadora. Al utilizar este material debe tenerse la superficie seca y barrida (libre de materiales sueltos), además se recomienda aplicarlo durante las horas más calurosas del día. La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar superficialmente bien adherido al material de base; la penetración del riego no deberá ser menor de 4 mm. Y la absorción total deberá presentarse en no más de 24 horas. La base impregnada deberá estar cerrada al tránsito durante 48 horas como mínimo.

Guarniciones.

Las guarniciones para banquetas, se recomienda construirlas con concreto hidráulico de resistencia a la compresión $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Como sugerencia pueden construirse de sección 15 x 20 x 40 cm de peralte mínimo a menos que en campo se determine otra cosa, ya sea por apariencia y uniformidad con otras ya construidas, pero siempre realizarlas con escarpio hacia el arroyo.

Es recomendable que durante el colado de guarniciones sean consideradas juntas transversales de construcción a cada 4.00 metros aproximadamente y colocando entre ellas un material compresible de 6 mm de espesor que permita la contracción y dilatación del concreto.

Banquetas.

El relleno para sustentar losas de banquetas se recomienda hacerlo con material de semejantes características al utilizado en capas de base granular, aplicando el tratamiento mecánico que el utilizado para soporte de losas de arroyo.

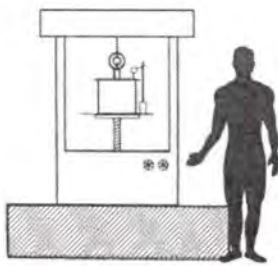
Para las losas de banquetas se recomienda utilizar concreto hidráulico de resistencia a la compresión de $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, en un espesor de 10 centímetros como mínimo. La geometría de las losas más eficiente es la cuadrada pero, en este caso es aceptable una relación de lados hasta de 1.15 (largo / ancho).

Es recomendable trabajar una pendiente mínima del 2 % del paramento hacia el arroyo. Se sugiere conservar un ancho mínimo de 1.20 metros, además es recomendable que se mantenga la uniformidad de niveles (en el extremo de paramentos) de banquetas aún en rampas para cocheras, pues resulta peligroso para peatones el dejar escalones en ellas.

Losas de concreto en arroyo.

En este caso en el diseño se consideró con apoyo lateral (guarniciones y banquetas), **sin uso de pasajuntas** en las juntas transversales, en las juntas de colado se deberá usar cimbra con machimbre, el espesor de concreto de diseño resultó de 15.0 centímetros como se indica en figura y Modulo de ruptura de 42 Kg/cm^2 .

En este caso el diseño de losas se consideró con apoyo lateral (guarniciones y banquetas).



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

Transferencia de cargas.

Para Juntas transversales

No se consideró el uso de pasajuntas en el diseño.

Para Juntas de colado.

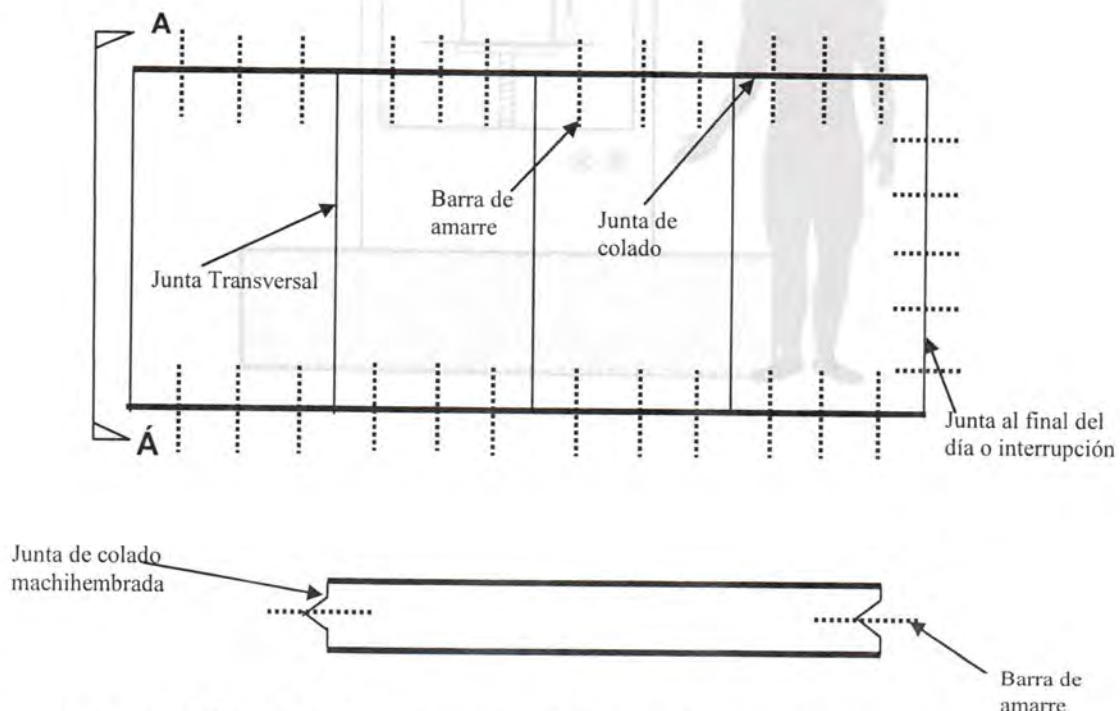
En las juntas de colado se deberá usar cimbra con machimbre y se recomienda colocar barras de amarre, buscando con esto una sujeción de losas en este sentido y uniformidad de juntas a través del tiempo.

Barras de amarre.

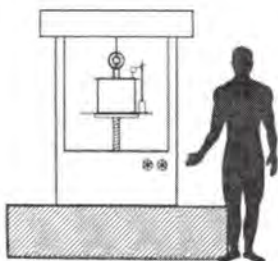
Las barras de amarre se deben utilizar en las juntas longitudinales para amarrar o ligar dos losas contiguas, con la finalidad de que se mantengan en su posición las losas y por consecuencia una buena apariencia entre las juntas transversales, el área requerida de acero por unidad de longitud de la losa así como la longitud de las barras deben tener las siguientes características:

Varilla corrugada No. 4 (1.27 cm) de 76 centímetros de longitud y separación a cada 76 centímetros.

Figura típica de colocación de Barras de sujeción o de amarre



VISTA A-Á (detalle de colocación de barras de sujeción o varilla corrugada en juntas de colado, diámetro y separación según diseño de pavimento).



Modulación de losas de arroyo.

La modulación de las losas se rige por la separación de las juntas transversales en función del espesor del pavimento, por lo que el dimensionamiento de los tableros de losas debe cumplir con lo indicado a continuación:

$$S_{jt} = (21 \text{ a } 24) d$$

En donde:

S_{jt} = Separación de juntas transversales ≤ 5.0 m.

d = Espesor del pavimento.

21 = Para valores máximos de fricción entre la base y el pavimento.

24 = Para valores normales de fricción entre la base y el pavimento.

La relación entre largo y ancho de un tablero de losas debe estar entre los límites de:
 $0.71 < \text{largo/ancho} < 1.4$

Debido al tipo de área a pavimentar se ha propuesto trabajar una base granular, por tanto se propone utilizar un coeficiente de 24 (suponiendo que existirá fricción normal entre la capa de base granular y losas de concreto).

$$S_{jt} = (21) 20 \text{ centímetros} = 420 \text{ centímetros.}$$

Separación entre estas juntas hasta 4.20 metros (en función del espesor de losa). Que resulta menor a la máxima mencionada (5.00 metros).

En cuanto a la separación entre juntas longitudinales, las últimas investigaciones recomiendan que su separación deba estar entre 3.0 y 4.5 metros que se refiere a la forma de los tableros de losas.

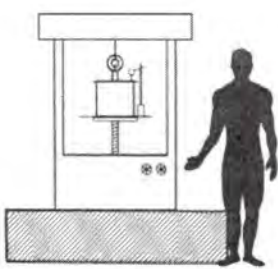
La forma ideal de un tablero de losa es la cuadrada, sin embargo no siempre es posible y conveniente tener losas cuadradas (porque depende de la geometría y distribución práctica que se haga en el ancho de arroyo que estará en función del ancho encontrado y autorizado de acuerdo a las necesidades en campo), por lo que casi siempre es obligado considerar un cierto grado de rectangularidad.

Ahora la condición de la relación largo/ ancho (l/a), en este caso por las dimensiones de ancho de la calle, y suponiendo un carril de circulación de 3.5 metros de ancho (uniforme), dimensión que quedaría dentro de la condición señalada para ancho entre juntas longitudinales se propone una separación entre juntas transversales de 4.00 metros (medida práctica) se tiene:

$$4.0 / 3.5 = 1.14$$

$$\text{Luego } 0.71 < 1.14 < 1.4.$$

Por lo tanto las dimensiones máximas de los tableros pueden ser de 4.0 metros de largo por 3.5 de ancho, ajustando en campo de acuerdo a la geometría del proyecto según necesidades pero aproximándose a estas señaladas.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



VIII.- Recomendaciones de construcción.

Recomendaciones para el concreto.

El concreto debe ser responsabilidad del productor de concreto premezclado, de acuerdo a las especificaciones particulares del proyecto y las normas NMX-C-155-ONNCCE-2004, NMX-C-403-ONNCCE-1999.

El agregado grueso debe ser resistente al desgaste. Para los concretos que se emplean en el pavimento el máximo desgaste que deben presentar sobre la base de prueba de abrasión con la máquina de desgaste de los ángeles es del 40 %. No debe presentar un porcentaje mayor del 15 % en peso de partículas lajeadas que generalmente se alojan cerca de la superficie y se rompen al paso de las cargas pesadas dejando cavidades indeseables.

Colocación del concreto.

Se debe impregnar la superficie terminada con un riego de emulsión de rompimiento rápido catiónica rr-c, con una proporción de 3 a 5 % de solvente del mismo tipo al empleado en los rebajados de fraguado rápido. Las cantidades de ligante en este riego para su aplicación varían de 0.8 a 1 lt/m², de acuerdo a la textura encontrada en la superficie. La impregnación es con el fin de protegerla del tránsito de trabajadores, y para que no absorba agua del concreto fresco cuando este se coloque (y haya pérdida de lechada en la mezcla).

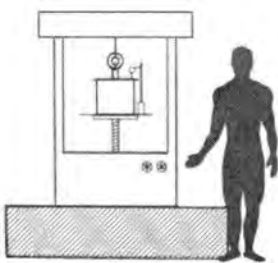
Para el cimbrado, se recomienda previamente a esta actividad distribuir el ancho y largo de losas en arroyo de acuerdo a la longitud a trabajar, de tal forma que se mantenga su geometría dentro de la relación de lados de 0.71 a 1.4 (elegida de acuerdo a necesidades en campo). Teniendo definida la localización de juntas de colado o longitudinales (con machimbre en el monten utilizado como cimbra) y constructivas, colocar la cimbra debidamente curada y nivelada procurando conservar una pendiente transversal de 2 % (bombeo).

Nota:

No debe removerse la cimbra antes de 8 a 12 horas después de colocar el concreto, a temperaturas menores de 10 ° C, tampoco se removerá antes de 36 horas si se empleó cemento de fraguado normal. Al retirar la cimbra se extremarán las precauciones para no dañar el concreto.

Vibrado y perfilado

Se debe vibrar en las orillas cercanas a la cimbra utilizando un vibrador manual, posteriormente se debe pasar la regla o el rodillo vibratorio para compactar dando de dos a tres pasadas y finalmente una más con el rodillo sin vibrar para mejorar el acabado, en caso de llevar barras pasajuntas, estas se colocaran antes de que pase la regla o el rodillo vibratorio, después de pasado el rodillo deberá utilizarse una flotadora de aluminio o magnesio en sentido transversal para dar el perfilado definitivo al pavimento.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894



El concreto se consolidará con vibrador de inmersión, el cual tendrá una frecuencia de vibración mínima de 5000 ciclos por minuto. Los obreros que caminen sobre la masa de concreto deben usar botas de hule, limpias de tierra, aceite o cualquiera sustancia perjudicial al concreto. **No se permitirá agregar agua para remezclar el concreto.**

Se considera más conveniente el empleo de regla vibratoria que acomoda el concreto más uniformemente tanto a lo ancho como en forma longitudinal.

Secuencia de colado

Se recomienda que el colado de las losas se realice de continuo en forma longitudinal esto permite mayor rendimiento en el avance, mejor terminado en su nivel y mayor aprovechamiento de cimbra, nada más se deben hacer los **cortes oportunamente** (antes de transcurridas 24 horas después del colado si se trabaja concreto normal o de resistencia a 28 días).

Drenaje

Conjunto base -acotamiento- losa.

-El pavimento de concreto debe contar con un drenaje adecuado a fin de evitar la expulsión de los finos de las capas inferiores.

-Se debe mantener el sellador impermeable en la zona de juntas, a fin de evitar el ingreso y movimiento de finos vía agua hacia los acotamientos o a otras zonas adyacentes de la losa.

Superficie del pavimento

Se debe establecer un drenaje adecuado en la superficie del pavimento considerando un bombeo del 2.0 % mínimo en un sentido transversal para desalojar el agua de lluvia.

Curado del concreto.

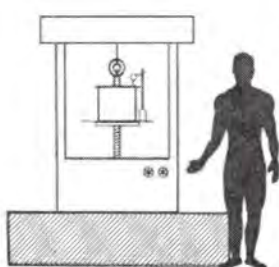
-Posteriormente el concreto debe ser curado con membrana base aceite mediante aspersores manuales, esta operación se realizara cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial y debe aplicarse de manera uniforme y en cantidad suficiente para garantizar una membrana impermeable y consistente que evite la evaporación del agua que contiene la mezcla de concreto.

La mezcla ya compactada debe protegerse contra la perdida de agua utilizando compuestos líquidos que formen una membrana cuya base aceite NMX-C-081-1981.

Todo concreto desarrollará eficientemente las funciones para las que ha sido diseñado, siempre que se le proporcione un ambiente húmedo, con temperaturas normales (de 20 a 30 °C) durante los primeros días. Esto se puede conseguir de la siguiente manera:

a). - Con membranas:

Inmediatamente después del acabado superficial se aplica la membrana de curacreto para evitar evaporaciones del concreto. El agua dentro de la mezcla es suficiente para hidratar al cemento de manera adecuada. Este procedimiento se emplea comúnmente en los pavimentos de concreto por la rapidez de aplicación y por los relativamente pocos cuidados posteriores a su colocación.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

b). - Protección de losas:

Inmediatamente después del acabado superficial se protege toda el área colada con un plástico blanco o claro de tal forma que se eviten pérdidas de humedad por evaporación o por corrientes de aire. Estos son los motivos principales por los cuales debemos de asegurar que el plástico colocado cubra el total del área colada y no sea levantado por el aire.

Construcción de juntas.

Por la naturaleza del concreto hidráulico, es necesario interrumpir la continuidad del pavimento por medio de juntas.

Un adecuado sistema de juntas permite controlar el agrietamiento que ocurre de manera natural en el pavimento de concreto y las juntas se deben colocar en el pavimento precisamente para controlar su ubicación y su geometría.

En las juntas transversales de contracción su profundidad de corte mínima deberá ser de $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa.

Tipo de corte a elegir:

| | |
|---------------------|--|
| Cortada o aserrada. | Se emplean sierras de diamante cuando el concreto tiene cierto grado de endurecimiento. Corte no menor de $\frac{1}{4}$ del espesor de losa y ancho de $\frac{1}{8}$ " a $\frac{1}{4}$ ". |
|---------------------|--|

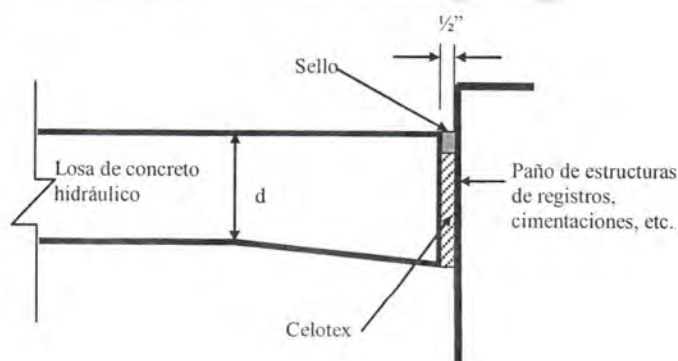
Cortes

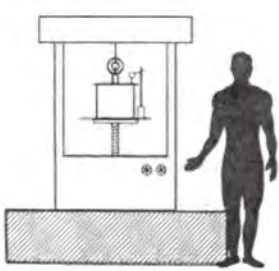
La profundidad del corte deberá ser de $\frac{1}{4}$ del espesor de losa para garantizar la creación de un plano de falla, el ancho de este corte será de $\frac{1}{8}$ a $\frac{1}{4}$ de pulgada, posteriormente a este corte y antes de la aplicación del sello, se debe ensanchar, utilizando dos discos para formar una junta de $\frac{1}{4}$ de pulgada, este ensanchado se debe realizar a una profundidad de $\frac{3}{4}$ de pulgada para alojar la tirilla de respaldo y el sellador.

Detalles Típicos de Juntas

Junta Transversal de Expansión/Aislamiento.

Estas juntas son colocadas en donde se permita el movimiento de la losa sin dañar estructuras adyacentes (estructuras de drenaje, muros, etc.).





Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

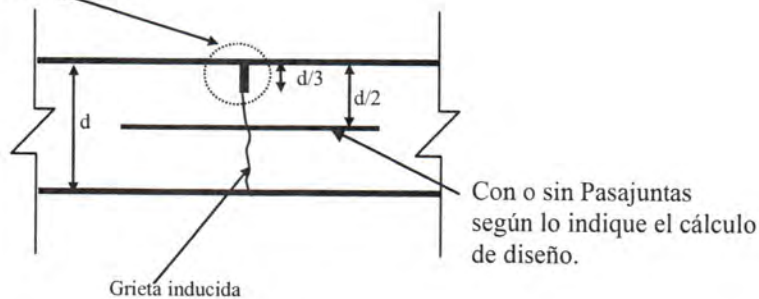
Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

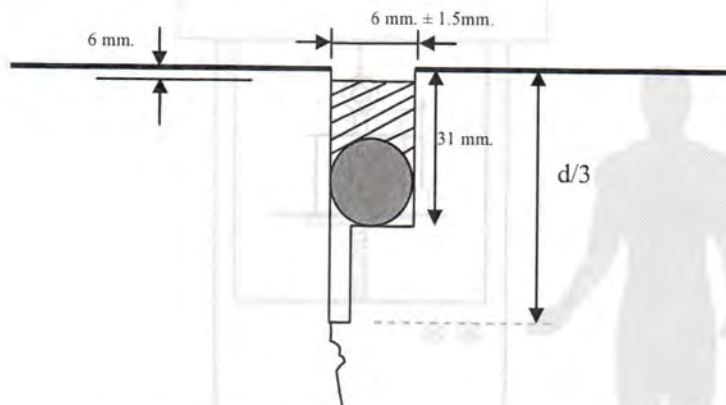
Juntas Transversales cortadas con disco.

Estas juntas controlan el agrietamiento provocado por los efectos de las contracciones como por cambios de temperatura y de humedad.

Construcción de la junta

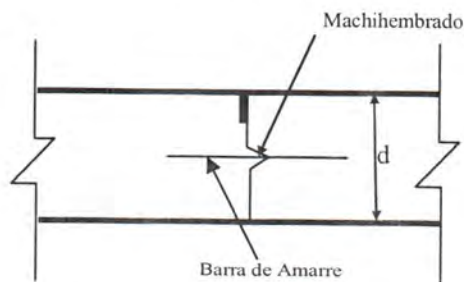


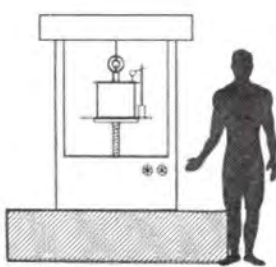
Detalle de construcción de junta cortada con disco.



Junta de Colado.

Se instalan para controlar el agrietamiento longitudinal, se localizan entre franjas. Esta junta se construirá usando cimbra metálica machihembrada.

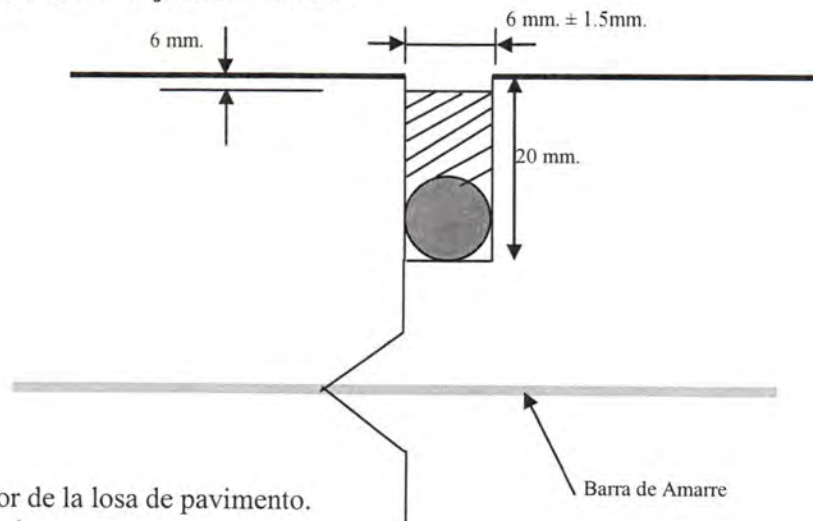




Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

Detalle del sellado en junta de colado.



d = Espesor de la losa de pavimento.

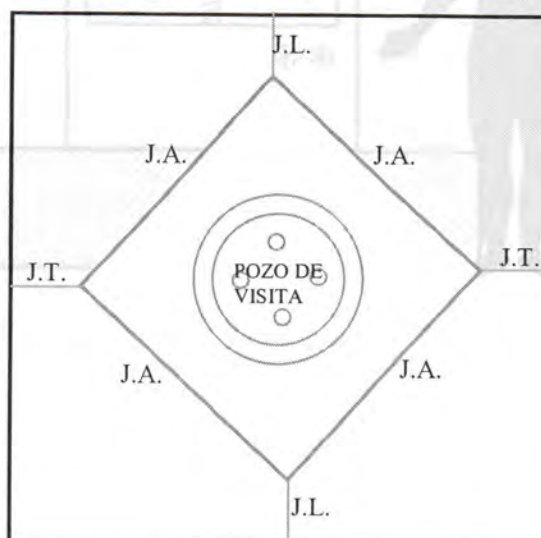
■ Cama de apoyo.

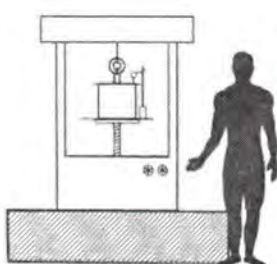
▨ Sellador Autonivelante.

Nota:

La relación ancho / profundidad del sellador deberá ser como mínimo 1:1 y como máximo 2:1

Detalles frecuentes de pavimentos y Recomendaciones para Juntas de aislamiento.

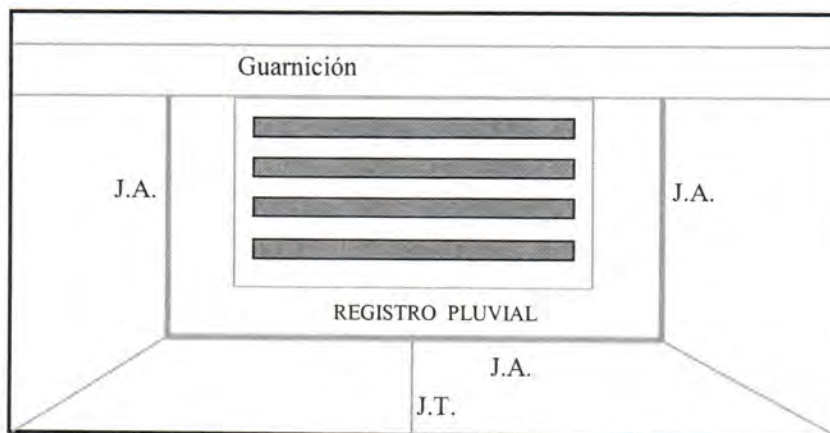




Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.



Dónde:

J.T. Junta Transversal.

J.A. Junta de Aislamiento.

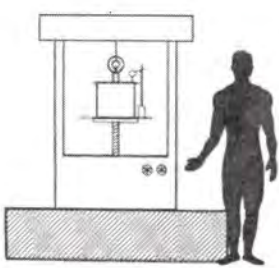
J.L. Junta Longitudinal, normalmente de colado y con su respectivo machimbre.

La junta de aislamiento se recomienda usar en las uniones con muros, columnas, cimentación de máquinas o en otros puntos de restricción como en registros de drenaje, colectores de agua, escaleras, etc. Estas pueden lograrse insertando material de relleno para juntas de expansión antes o durante las operaciones de colado. El relleno de juntas deberá ocupar toda la profundidad de la junta y no deberá sobresalir de ella.

Para dar por terminada la construcción de losas de concreto hidráulico se verificarán la alineación, el perfil y la sección en su forma, espesor, anchura y acabado de acuerdo a lo fijado en el proyecto con las siguientes tolerancias:

- 1). – Anchura de la superficie del eje a la orilla. + 1 cm.
- 2). – Pendiente transversal con respecto a la de proyecto. $\pm 0.5 \%$.
- 3). – Profundidad máxima de las depresiones, observadas colocando una regla metálica de 3 m de longitud, paralela al eje de la carretera y con espaciamientos de 2 m, en forma transversal. 0.5 cm.
- 4). – En el 80 % como mínimo del número total de los espesores determinados. ... $e_r \geq e$.
- 5). – En el 20 % como máximo del número total de los espesores determinados. $e_r \geq e - 0.5$ cm.

Dónde: e_r significa espesor determinado o real y e significa espesor de proyecto.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

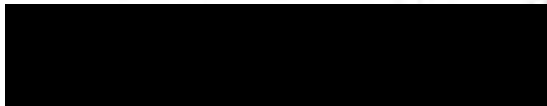
Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

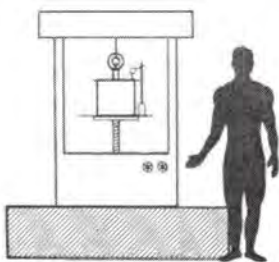
analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.

Finalmente la actividad del calafateo, debe realizarse minuciosa y oportunamente desde la limpieza total de la ranura en toda su longitud, hasta el relleno de la misma con cemento asfáltico asegurando con esto su **flexibilidad** (o bien un producto similar pero que siempre conserve dicha propiedad recomendado por algún proveedor, así como su aplicación.) **No utilizar macocel en ninguna junta.**

Es recomendable realizar el calafateo inmediatamente después de hacer el corte y limpieza de ranura, aunque no se haya terminado la construcción de losas en el tramo de estudio, pues normalmente el calafateo se deja al final y cuando se inicia ya se han llenado las ranuras de materiales rígidos, apareciendo así agrietamientos en lugares diferentes a la ranura, pues el concreto tiene contracciones desde su colocación y dilataciones después conforme se presentan temperaturas diferentes a lo largo del día, por lo que estos espacios dejados por los cortes siempre, siempre le servirán para absorber sus movimientos naturales. Y estos espacios los tendrán siempre que sean ocupados por el material flexible.

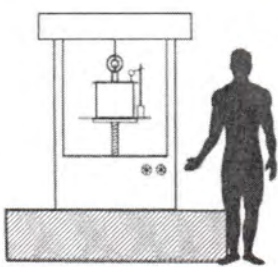
Atentamente





BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- Aspectos Sociodemográficos y Geográficos de Guanajuato.** INEGI. Año 2000.
- 2.- Mecánica de Suelos.** Tomo I, Fundamentos de la Mecánica de Suelos.
Autor: Doctor en Ingeniería Eulalio Juárez Badillo, y Maestro en Ingeniería Alfonso Rico Rodríguez.
Tercera edición 1989 México, D.F.
Editorial: limusa.
- 3.- Mecánica de Suelos.** Tomo II, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos.
Autor: Doctor en Ingeniería Eulalio Juárez Badillo, y Maestro en Ingeniería Alfonso Rico Rodríguez.
Segunda edición 1989 México, D.F.
Editorial: limusa.
- 4.- Manual de Diseño de Obras Civiles.** Comisión Federal de Electricidad.
Geotecnia. Cimentaciones en Suelos. Tomo B.2.4. México 1981.
- 5.- Mecánica de Suelos traducción española de la obra Introductory Soil Mechanics and Foundations.** Traductor Ing. José Menéndez Menéndez.
Autor: Ing. Consultor George B. Sowers y Professor George F. Sowers.
Tercera edición, México, D.F. 1986.
Editorial: Limusa-Wiley.
- 6. – Normas de Construcción e Instalaciones.** Carreteras y aeropistas.
Pavimentos libro 3.01.03. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
México DF 1983.
- 7.- N-CTR-CAR-1-04-001/00 y – 002/00.** Normas y Manuales. Ejecución de Obras N-LEG-3. Criterios Estadísticos de Muestreo M-CAL-1-02. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Normativa para la Infraestructura del Transporte. México 2000.

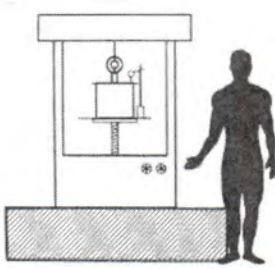


ANEXO 1

MEMORIA FOTOGRAFICA.



Terreno en estudio.



Tierra y Libertad No. 903-A
Ampliación Emiliano Zapata
Celaya, Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774 Col.
I.D. 62'13'69894

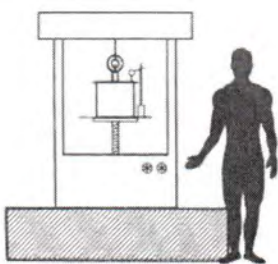
analisec
SOCIO ACTIVO No. 166.



Ubicación de Sondeo PCA-1.



Ubicación de Sondeo PCA-2.



Recuperación de muestra inalterada estrato #2 sondeo PCA-1



Recuperación de muestra inalterada estrato #4 sondeo PCA-2

CONSTRUCCION, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y

PAVIMENTO

Tierra y Libertad No. 903-A
Col. Ampliación Emiliano Zapata
Celaya. Gto.

Tel/Fax 01(461) 1752774
I.D. 62-13-69894

analisec

SOCIO ACTIVO No. 166.

BASE HIDRAULICA.

SOLICITA: Calidad Consultoría y Construcción.

POR CONDUCTO DE: [REDACTED]

No. ENSAYE 3693

OBRA: Estudio de Diseño de Pavimento de Concreto Hidráulico, Guarniciones y Banquetas para la Urbanización del Fracc. San Pablo Tramo: En el Segundo Anillo Poniente, Celaya, Gto.

FECHA DE RECIBO 17-jun-15

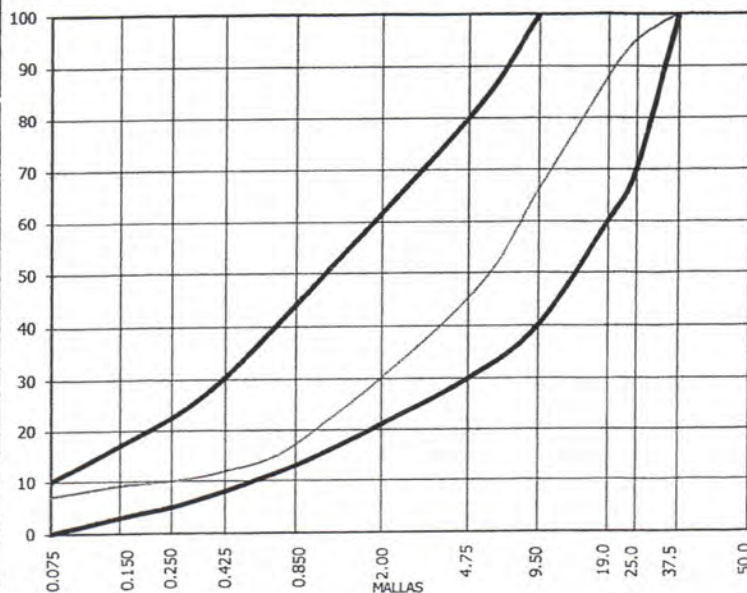
UBICACIÓN: Celaya Gto.

FECHA DE INFORME 23-jun-15

| | |
|------------------------------|--|
| MATERIAL PARA CAPA | Base hidráulica. |
| NOMBRE DEL BANCO | Muestra tomada en obra tendida y compactada. |
| LOCALIZACION | *** |
| FRENTE DE ATAQUE | *** |
| DESCRIPCION PETROGRAFICA. | Mezcla 80 - 20 (Escoria - Tepetate) |
| CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO | Muestra tomada en obra tendida y compactada en vialidad. (Circuito San Marcos Sur) |

| | |
|---|------|
| PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO (kg/m ³) | 2141 |
| PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (kg/m ³) | 2414 |
| HUMEDAD OPTIMA(%) | 8.8 |
| PESO VOLUMETRICO DEL LUGAR (kg/m ³) | *** |
| HUMEDAD DEL LUGAR (%) | *** |

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



| G | MALLA | | RETENIDO (%) |
|-----|------------|----------|--------------|
| | milímetros | pulgadas | |
| C R | 50.0 | 2.0 | 0 |
| O A | 37.5 | 1 1/2 | 0 |
| M N | | | PASA (%) |
| P U | 50.0 | 2 | 0 |
| O L | 37.5 | 1 1/2 | 100 |
| S O | 25.0 | 1.0 | 95 |
| I M | 19.0 | 3/4 | 90 |
| C E | 9.5 | 3/8 | 66 |
| I T | 4.75 | No.4 | 45 |
| O R | 2.0 | No.10 | 22 |
| N I | 0.850 | No.20 | 17 |
| C | 0.425 | No.40 | 12 |
| A | 0.250 | No.60 | 10 |
| | 0.150 | No.100 | 9 |
| | 0.075 | No.200 | 7 |

| PRUEBAS EN MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE 0.425 mm | | ESPECIFICACIÓN | PRUEBAS EN MATERIAL RETENIDO EN MALLA 9.5 mm | | ESPECIFICACIÓN |
|---|-------|----------------|--|-------|----------------|
| LIMITE LIQUIDO (%) | 35.0 | 30.0 % Máx. | ABSORCION (%) | 2.4 | |
| LIMITE PLASTICO (%) | 27.5 | | DENSIDAD (gr/cm ³) | 3.4 | |
| INDICE PLASTICO (%) | 7.5 | 6.0 % Máx. | DESG DE LOS ANGELES % | *** | 30 Máx. |
| CONTRACCION LINEAL (%) | 3.0 | | EQUIVALENTE DE ARENA (%) | 63.6 | 50 min. |
| VRS ESTANDAR SATURADO (%) | 125.6 | 100 min. | COMPACTACION DEL LUGAR (%) | *** | 100 min. |
| EXPANSION (%) | 0.0 | | | | |
| VRS MODIFICADO AL 95 (%) | *** | | | | |
| HUMEDAD DE PRUEBA | *** | | CLASIFICACION SUCS | GP-GM | |

GP-GM = Gravos limosas mal graduadas.

El material analizado se considera aceptable para capas de Base Hidraulica. Se realizo el cambio de material que sugerimos en el ensaye 3429 (Calidad de Base Hidraulica)

| | |
|---------------|-----------------|
| LABORATORISTA | INGENIERO CIVIL |
| [REDACTED] | [REDACTED] |