



MUNICIPIO DE LA GLORIA CESAR
Nit. 800.096.599-3
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y OBRAS
Código 130



MEJORAMIENTO MEDIANTE CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA DE VÍAS Terciarias DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA CESAR.



NOVIEMBRE DE 2017

	<p>MUNICIPIO DE LA GLORIA CESAR Nit. 800.096.599-3 SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y OBRAS Código 130</p>	
---	---	---

DESCRIPCIÓN

Una placa huella se refiere a la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico reforzado, dispuesto en dos placas separadas por piedra pegada (concreto ciclópeo), de acuerdo con los lineamientos, cotas, secciones y espesores indicados los diseños.

MATERIALES

a. Concreto

Para las cintas o huellas, viguetas intermedias, placas de acceso y vigas inicial y final, el concreto será clase D con una resistencia a la compresión de 3.000 PSI; para las cunetas, el concreto será clase E con una resistencia de 2.500 PSI o "Cuneta de concreto fundida en sitio" y para las placas o franjas centrales y sobre anchos será una placa en concreto ciclópeo clase G, materiales estos que deben cumplir las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, INVIAS.

b. Hierro

La cinta o huella llevará una armadura o parrilla en hierro de 3/8 de pulgada cada 0.20 metros en ambos sentidos; cuando la pendiente es pronunciada, se reemplazarán 3 de los hierros longitudinales de 3/8 de pulgada, por 3 de 1/2 pulgada. Las placas de acceso llevarán igualmente hierro de 3/8 de pulgada en ambos sentidos.

En cuanto al hierro de las viguetas intermedias y vigas extremas, se colocará flejes rectangulares cada 0.20 metros y 4 varillas longitudinales, ambos de 3/8 de pulgada.

EQUIPOS

a. Equipo de Mezclado

Se permite la utilización de concreto premezclado clase D, o concreto realizado en obra mediante mezcladoras con capacidad no mayor a 3 m³. De mezclarse manualmente deberá contar con autorización previa del interventor o supervisor de obra.

b. Formaleta

Las formaletas son elementos necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los diseños. Las formaletas podrán ser de madera o metálicas y se deberán poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se deforme en el tiempo de fraguado del concreto. Las formaletas de madera deberán ser de espesor uniforme y de un mismo tipo de madera (tabla cepillada).

CARACTERÍSTICAS

La construcción de placa huellas se realizara de mediante cintas o placas en concreto reforzado que serán colocadas en módulos de 3.0 metros y tendrán las siguientes dimensiones: ancho de 0.90 metros, espesor de 0.15 metros y una longitud entre centros de viguetas transversales de 3.0 metros. Entre estas cintas se construirá una placa de concreto clase G, también en un ancho de 0.90 metros, todas las cintas serán arriostradas por unas viguetas reforzadas de 0.15 metros de ancho por 0.25 metros de altura localizadas cada de 3.0 metros, las vigas inicial y final serán de 0.20 metros de ancho por 0.30 metros de altura e irán en todo el ancho hasta la cuneta. Se construirá una placa de sobre ancho en concreto ciclópeo para rematar en una cuneta que puede ser en V o con bordillo según el diseño de construcción.



DISEÑO DE PLACA HUELLA

Criterios básicos de diseño del pavimento con Placahuella

El pavimento con Placa-huella constituye una solución para vías terciarias de carácter veredal que presentan un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses y camiones al día siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular

Los principales atributos de éste tipo de pavimento son:

- Ofrecer permanentemente condiciones de circulación satisfactorias durante un amplio período de servicio.
- No requerir acciones de mantenimiento diferentes a la limpieza de las obras de drenaje y la rocería de las zonas laterales.
- Reducir los costos de construcción y mantenimiento respecto a los mismos costos de un pavimento convencional.
- Ofrecer la posibilidad de utilización de materiales y mano de obra locales.

Consideraciones de diseño

Estudio de tránsito

Respecto al mecanismo de falla del pavimento con placa-huella, que es por carga última, se puede concluir que la elaboración de un estudio de tránsito traducido en un espectro de cargas resulta innecesario. El estudio del espectro de cargas es pertinente en el diseño de un pavimento que falle estructuralmente por acumulación de fatiga no siendo éste el caso del pavimento con placa-huella.

Lo relevante es la selección del Vehículo de Diseño puesto que de él depende el peso y configuración del eje de referencia y la adecuación geométrica que se le debe construir a la vía para que dicho vehículo pueda circular adecuadamente.

La subrasante y la subbase granular

Del análisis de sensibilidad de algunas variables que pudiesen incidir en el comportamiento del pavimento con placa-huella se pudo concluir que la cuantía de acero y la longitud, ancho y espesor tanto de la placa-huella como de la riostra no son sensibles a la rigidez de la superficie de apoyo, en éste caso del conjunto subrasante- subbase granular. Por esta razón se adoptó para la subbase granular un espesor único de quince (15) centímetros y la calidad exigida en las

Especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías - INVIAS. Dicho espesor obedece a razones constructivas como son el contribuir a lograr la lisura de la superficie de apoyo de las placas, que es la subbase granular, a poder lograr la compactación requerida cuando los suelos de apoyo sean de precaria calidad y a disponer de una superficie de trabajo limpia.

El espesor adoptado es suficiente para subbases granulares colocadas sobre suelos con CBR mayor o igual a tres por ciento (3%). Suelos con valores de CBR menores a 3% son suelos de comportamiento complejo que requieren del concurso de un especialista para establecer los procedimientos de mejoramiento. La evaluación de la subrasante se reduce a detectar sectores con subrasantes de comportamiento complejo como pueden ser los suelos expansivos, los suelos demasiado blandos, etc.

DISEÑO SEGÚN METODOLOGÍA AASTHO

El método AASTHO es uno de los métodos más dinámicos y más específicos que se tiene para el diseño de pavimento rígido, pues en él influyen muchas variables tales como:

- Desviación normal estándar.
- Error estándar combinado
- Índice de servicio final y variación en el índice de servicio
- Coeficiente de drenaje
- Coeficiente de transmisión de cargas
- Módulo de elasticidad
- Factor de pérdida de soporte
- Módulo de reacción K de la superficie en la que se apoya el pavimento.
- Determinación del espesor del pavimento.

Utilizando todos los factores mencionados anteriormente, se dará progreso a la evaluación y debido diseño de la placa de concreto para la Placa Huella

Desviación Normal Estándar

Se sugiere los niveles de confiabilidad R indicados en la siguiente tabla de acuerdo con el tipo de carretera que se trate.



Tipo de carretera	Niveles de confiabilidad	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Tabla 1. Niveles de confiabilidad a adoptar en función del tipo de carretera

Como se muestra anteriormente existen cuatro tipos de carretera según el método de diseño Aastho del 93, para el caso aplicable en la ejecución de placa huella y tomando como base que es red terciaria tomaremos el dato de 70 ya que se encuentra en tipo de carretera Local y de nivel de confiabilidad Urbana.

$$R = 70$$

Error estándar combinado.

Representa la desviación estándar conjunta que conjuga la desviación estándar de la ley de predicción de tránsito en el periodo de diseño con la desviación estándar de la ley de predicción del comportamiento del pavimento.

La guía AASTHO recomienda adoptar para So valores comprendidos entre los siguientes intervalos:

- Pavimentos rígidos: 0.30- 0.40
 - 0.35= Construcción nueva
 - 0.40= Sobre capas.

Teniendo en cuenta que será una construcción nueva, se asumirá el $So=0,35$

$$So = 0.35$$

Índice de Servicio Final y variación, el índice de servicio.

La sección de índice de servicio final, se debe basar en el índice ms bajo que pueda ser tolerado antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, un esfuerzo o una reconstrucción.

La guía AASTHO recomienda adoptar el valor de 2.0 para tráficos lentos.

En cuanto al índice de servicio inicial que a su vez interviene para determinar la variación de serviciabilidad y que depende de la calidad de la construcción.

$$P_0 = 4.50$$

$$P_T = 2.0$$

Coeficiente de Drenaje

La calidad del drenaje que viene determinada por el tiempo que tarda el agua infiltrada en ser evacuada del pavimento y el porcentaje del tiempo a lo largo del año durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad aproximándose a la saturación.

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en el que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Tabla 2. Valores de Coeficiente de drenaje

Según la tabla 3 extraída del diseño de pavimentos AASTHO 93 para un terreno en donde su nivel de saturación es mayor al 5% pero menor que 10% según los frentes visitados para toma de datos, y la calidad del drenaje varía entre malo, bueno y mediano se optara por tomar un valor que se encuentre en la media de lo anteriormente señalado.

$$C_d = 1.0$$

Coeficiente de transmisión de cargas, J

Este factor se introduce para tener en cuenta la capacidad del pavimento de concreto para transmitir las cargas a través de las discontinuidades.

Los casos de carreteras de poco tráfico, soportando un tráfico reducido de camiones, pueden irse a los valores más bajos de J, puesto que entonces habrá menos pérdida del efecto de la trabazón de los agregados.

Berma	De asfalto		De concreto	
Dispositivos de transmisión de cargas	Si	No	Si	No
Tipo de pavimento				
1. No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
2. Reforzado continuo	2.9 - 3.2	--	2.3 - 2.9	

Tabla 3. Valores del coeficiente del valor de carga

Para los valores dispuestos en la tabla 3 se tomara como según lo indica la norma los valores menores, en este caso tomaremos un valor medio entre un dispositivo de transición de cargas "Reforzado Continuo" en donde al caso de nuestra placa huella se tendrá Berma de concreto

$$J = 2.7$$

Módulo de elasticidad del concreto

Según el código colombiano de construcciones sismo resistentes indica que para cargas instantáneas el valor del módulo de elasticidad puede considerarse igual a las expresiones citadas en la siguiente tabla (Tabla No 4).

Tipo de agregado y origen	Módulo de elasticidad E_c (MPa - kg/cm^2)
Grueso - Ígneo	$E_c = 5,500 \sqrt{f'_{c'}} - 17,500 \sqrt{f'_{c'}}$
Grueso - Metamórfico	$E_c = 4,700 \sqrt{f'_{c'}} - 15,000 \sqrt{f'_{c'}}$
Grueso - Sedimentario	$E_c = 3,600 \sqrt{f'_{c'}} - 11,500 \sqrt{f'_{c'}}$
Sin información	$E_c = 3,900 \sqrt{f'_{c'}} - 12,500 \sqrt{f'_{c'}}$

Tabla 4. Correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura

Factor de pérdida de soporte.

Este factor viene a indicar la pérdida del apoyo del apoyo potencial debido bien a la erosión de la subbase o bien al asentamiento diferencial de la subrasante.

Para ello el método AASTHO nos indica en una tabla el tipo de base o subbase contra el Factor de pérdida de soporte como se indica a continuación en la Tabla 6.

Tipo de base o subbase	Factor de pérdida de soporte LS
Bases granulares tratadas con cemento (E: 7.000 a 14.000 MPa)	0,0 a 1,0
Subbases tratadas con cemento (E: 3.500 a 7.000 MPa)	0,0 a 1,0
Bases asfálticas (E: 2.500 a 7.000 MPa)	0,0 a 1,0
Subbases estabilizadas con asfalto (E: 300 a 2.000 MPa)	0,0 a 1,0
Estabilización con cal (E: 150 a 1000 MPa)	1,0 a 3,0
Materiales granulares sin tratar (E: 100 a 300 MPa)	1,0 a 3,0
Suelos finos y subrasantes naturales (E: 20 a 300 MPa)	2,0 a 3,0

Tabla 5. Valores del factor de pérdidas de soporte en función del tipo de base o subbase

Según la anterior tabla se tendrá en cuenta el “MATERIALES GRANULARES SIN TRATAR” para lo que nos da un Factor promedio de 2.

$$L_s = 2.0$$

Para el cálculo final y el diseño del espesor del pavimento se evaluara con los anteriores datos, con el programa “ECUACION AASTHO 93”; a continuación se muestra una imagen de interface del programa:



MUNICIPIO DE LA GLORIA CESAR
Nit. 800.096.599-3
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y OBRAS
Código 130



Como resultado del diseño nos da un espesor de 3.4 plg (8.6 cms); el espesor requerido de concreto para soportar los esfuerzos producidos por el eje de diseño es menor de quince (15) centímetros, pero por facilidad constructiva y adecuado recubrimiento de la armadura de acero se adoptó un espesor único de quince (15) centímetros. (De acuerdo Guía de Diseño de Pavimentos – INVIAS)

CONSIDERACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Placa-huella

La placa-huella es una losa de concreto reforzado fundida sobre la subbase en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la riostra y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente.

- La longitud máxima de la placa-huella es de dos metros con ochenta centímetros (2,80 m). Como el ancho de la riostra siempre es de veinte centímetros (0,20 m) la longitud máxima de un módulo es de tres metros (3,0 m) y corresponde a la longitud del módulo en tangente.
- En las curvas horizontales la longitud de la placa-huella puede fluctuar entre un (1,00) metro y dos metros con ochenta centímetros (2,80 m).
- El ancho de la placa-huella en tangente es de noventa centímetros (0,90 m).



- Dependiendo de su deflexión y radio de curvatura las curvas horizontales pueden requerir placas-huella de anchos mayores. En el presente documento se han establecido para las placas-huella en curva tres valores de ancho: noventa centímetros (0,90 m), un metro con treinta y cinco centímetros (1,35 m) y un metro con ochenta centímetros (1,80 m).
- El espesor de la placas-huella es de quince centímetros (0,15 m).
- Las funciones de la placa-huella son:
 - Soportar los esfuerzos que se producen por el paso de los ejes de los vehículos.
 - Canalizar la circulación vehicular permitiendo sustituir en las franjas de la sección transversal no sometidas al paso de los ejes un material relativamente costoso como es el concreto simple por uno más económico como lo es la piedra pegada (concreto ciclópeo). Lo anterior se traduce en una menor inversión.

Riostra

La riostra es una viga transversal de concreto reforzado en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo anterior y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente.

- El ancho de la riostra es de veinte centímetros (0,20 m).
- El peralte de la riostra es de treinta centímetros (0,30 m). Dicha riostra se apoya totalmente sobre la superficie existente, es decir en la superficie sobre la que se construye la subbase, previa la colocación de un solado de limpieza de tres centímetros (0,03 m) de espesor.

Lo anterior implica:

- Excavar, en la subbase, una zanja transversal de veinte centímetros (0,20 m) de ancho y dieciocho centímetros (0,18 m) de profundidad en la sección donde se debe construir la riostra.
- Lo anterior se requiere para compensar la diferencia entre el peralte de la riostra + el solado de limpieza y el espesor de la placa-huella ($0,33 \text{ m} - 0,15 \text{ m} = 0,18 \text{ m}$).
- Se aclara que la subbase se extiende, se conforma y se compacta en toda su longitud y ancho y posteriormente se procede a construir las zanjas transversales para alojar las riostras.
- La longitud de la riostra es variable y se ajusta al ancho de la sección transversal sea ésta en tangente, en curva, en transición del sobreancho o en Zona de Cruce. Esta última es un tramo en tangente cuya sección

transversal se ha ampliado para permitir el cruce de dos vehículos grandes como son los camiones y los buses.

- La función de la riostra es exclusivamente de connamiento transversal y longitudinal de los elementos del pavimento que se construyen sobre la subbase como son las placas-huella, la piedra pegada, la berma-cuneta y el bordillo. Dado que el acero de refuerzo de la placa-huella anterior pasa a través de la riostra y se traslapa con el acero de refuerzo de la placa-huella siguiente son éstas placas-huella, que están totalmente apoyadas sobre la subbase, las que "sostienen" la riostra por lo que la rigidez de su apoyo resulta irrelevante.

Piedra pegada

La piedra pegada es una capa de concreto ciclópeo con espesor de quince centímetros (0,15 m). Las funciones de la piedra pegada son:

- Disminuir los costos de construcción del pavimento ya que es un material menos costoso que el concreto simple.
- Propiciar la canalización del tránsito dado que la alta rugosidad que presenta la piedra pegada desestimula a los conductores a circular por fuera de las placas-huella que son los elementos diseñados para soportar los esfuerzos producidos por el paso de los vehículos.
- Contribuir a la estética del camino.

Berma-cuneta y bordillo

La Berma-cuneta y el bordillo son elementos de drenaje superficial construidos en concreto reforzado, fundidos monolíticamente y articulados estructuralmente con la riostra.

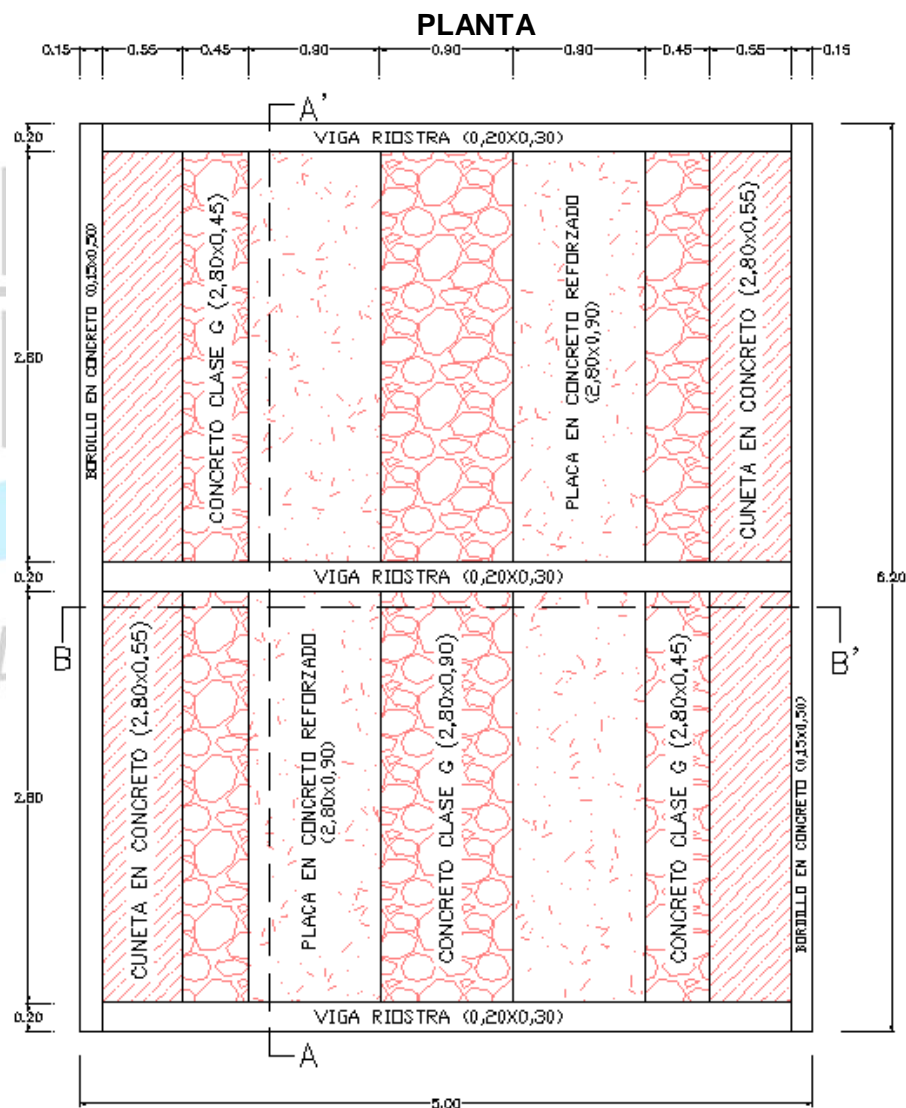
La razón de fundir monolíticamente la berma-cuneta y el bordillo es evitar la junta de construcción que se formaría en la frontera entre ambos elementos, junta que con el paso del tiempo se convertiría en una fisura que permitiría la infiltración del agua que correría por la berma-cuneta con el consecuente deterioro del pavimento.

Las funciones de la Berma-cuneta y el bordillo son:



- Servir como franja de estacionamiento temporal en el caso de que un vehículo lo requiera por fallas totalmente mecánicas u otra causa de fuerza mayor permitiendo que el flujo vehicular no se interrumpa.
- Permitir la recolección de las aguas lluvias y conducir las hasta las alcantarillas y aliviaderos para su evacuación.
- Brindar confinamiento a la subbase.

ESQUEMA DEFINITIVO SECCIÓN PLACA HUELLA

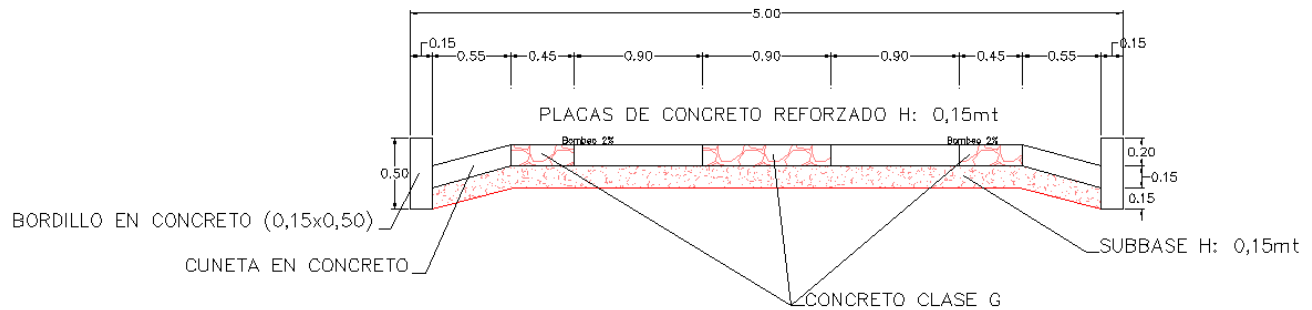




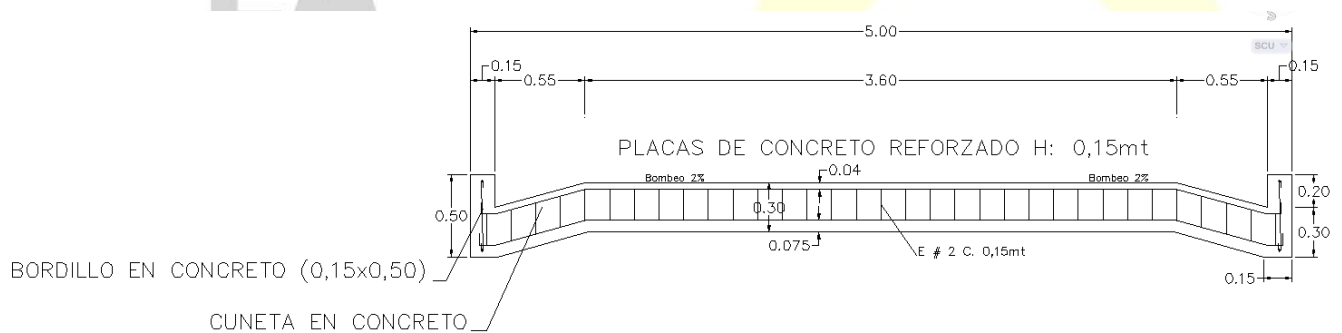
MUNICIPIO DE LA GLORIA CESAR
Nit. 800.096.599-3
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y OBRAS
Código 130



SECCIÓN TRANSVERSAL



DETALLE VIGA RIOSTRA Y BORDILLO



Por un futuro mejor!

Danis Lazaro.
DANIS DAMIAN LAZARO ROBLES

Ingeniero Civil

C.C. No. 1.063.563.067

M.P. No. 54202-363759 NTS

	<p>MUNICIPIO DE LA GLORIA CESAR Nit. 800.096.599-3 SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y OBRAS Código 130</p>	
---	--	---

BIBLIOGRAFÍA

Guía de diseño de Pavimentos con Placa-huella, INVIAS, 2015.

Diseño y construcción de placa huella, Félix Andrés Contreras González, Juan Camilo Muñoz Hernández.

