

MEJORAMIENTO DE VIAS Terciarias mediante la construcción de un  
tramo de placa huella en la vereda Alto Negro del Municipio de  
Soraca

Monografía para optar por el título de ingeniera civil

Lina Fernanda Manrique Luis

Director: Ing. Harold Alexander Álvarez Castañeda

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Civil

Tunja

2021

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios por todo lo que me ha dado, por ayudarme a culminar mi carrera y por darme fortaleza y sabiduría para lograr ser Ingeniera Civil.

A mi mamá por estar siempre conmigo y por apoyarme durante toda mi vida, a mi papá por su esfuerzo y apoyo, a mis hermanos y a Enrique por apoyarme en los momentos difíciles.

A mis abuelitos porque siempre creyeron en mí y me dieron ánimo para seguir adelante, a mis primas por su apoyo incondicional y su comprensión.

A mi novio por apoyarme durante mi proceso como pasante, por ayudarme y aconsejarme en mi último año de formación.

A la universidad Santo Tomas por formarme como persona y como profesional.

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo quiero dedicar a Dios y a mi Abuelita que desde el cielo me está acompañando y apoyando en todo lo que me propongo y es mi fuente de inspiración y mi ejemplo a seguir como persona.

A mi abuelito Ovidio que es el hombre de mi vida.

A mis padres y familiares por su apoyo y ayuda incondicional en cada momento de mi vida y mi carrera profesional.

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Tunja, 2021

## INDICE

1. RESUMEN.....	9
2. ABSTRACT .....	10
3. INTRODUCCIÓN.....	11
4. OBJETIVOS .....	12
4.1 Objetivo general.....	12
4.2 Objetivos Específicos .....	12
5. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA .....	13
5.1 Localización .....	13
5.2 Localización del proyecto .....	13
6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS .....	15
6.1 Subbase .....	15
6.2 Placa huella .....	16
6.3 Riostra .....	17
6.4 Piedra pegada .....	18
6.5 Berma Cuneta y Bordillo.....	19
7. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	21
7.1 Localización topográfica y replanteo.....	21
7.2 Extendida y compactación de subbase .....	21
7.3 Riostras .....	25
7.4 Acero de refuerzo de Placa huella.....	32
7.5 Fundida de Placas .....	39
7.6 Cuneta y Bordillo .....	45
7.6.1 Entradas .....	47

7.7 Piedra Pegada .....	48
7.8 Realización de Bitácora .....	48
8. APORTES .....	50
9. IMPACTO DEL TRABAJO REALIZADO.....	51
10. RECOMENDACIONES .....	52
11. CONCLUSIONES.....	53
12. BIBLIOGRAFIA .....	54
13. ANEXOS .....	55
12.1 Anexo 1 .....	55
12.2 Anexo 2 .....	55

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localización de Soracá- Boyacá.....	14
Ilustración 2: Localización de placa huella .....	14
Ilustración 3 Extendida subbase .....	15
Ilustración 4 Placa huella .....	17
Ilustración 5 Riostra con excavación.....	18
Ilustración 6 Piedra pegada.....	19
Ilustración 7 Cuneta y bordillo .....	20
Ilustración 8 Toma de niveles.....	21
Ilustración 9 Extendida de Material de Subbase .....	22
Ilustración 10 Compactación del terreno .....	22
Ilustración 11 Niveles y Peraltes .....	23
Ilustración 12 Toma de Densidades.....	24
Ilustración 13 Resultados de densidades.....	24
Ilustración 14 Resultado ensayo cono y arena.....	25
Ilustración 15 Demarcación de Riostras.....	25
Ilustración 16 Excavación Manual de Riostras.....	26
Ilustración 17 Armado Acero de Refuerzo.....	26
Ilustración 18 Despiece Flejes .....	27
Ilustración 19 Longitud de Riostras .....	32
Ilustración 20 Colocación de Riostras en terreno.....	32
Ilustración 21 Curvas tipo en función de la deflexión y el radio de curva .....	33
Ilustración 22 Curva tipo 4.....	35
Ilustración 23 Curva tipo 5.....	36
Ilustración 24 Distribución del acero de refuerzo .....	36
Ilustración 25 Acero de refuerzo placas .....	37
Ilustración 26 Corte Longitudinal Placa Huella.....	37
Ilustración 27 Acero de Refuerzo .....	37
Ilustración 28 Amarrado Acero de refuerzo.....	38
Ilustración 29 Acero en esquina de sobreechancho .....	38
Ilustración 30 Diseño de mezcla .....	41

Ilustración 31 Preparación del concreto .....	41
Ilustración 32 Fundida de Placas .....	42
Ilustración 33 Micro texturizado.....	43
Ilustración 34 Macro Texturizado .....	43
Ilustración 35 Cilindros de Concreto.....	44
Ilustración 36 Resultados de Laboratorio .....	44
Ilustración 37 Excavación Cuneta y bordillo.....	45
Ilustración 38 Despiece Cuneta y bordillo .....	46
Ilustración 39 Acero de Refuerzo cuneta y bordillo .....	46
Ilustración 40 Fundida de Cuneta y bordillo .....	47
Ilustración 41 Acero de Refuerzo y Fundida de entradas.....	47
Ilustración 42 Ciclópeo .....	48
Ilustración 43 Bitácora de Obra.....	49

## **1. RESUMEN**

El mejoramiento de vías terciarias es fundamental para el desarrollo socio-económico de una región, debido a que por estas los habitantes tienen acceso a salud, educación, alimentación y muchos servicios más, de igual manera logran vincularse a la economía del sector sacando sus alimentos y demás productos.

Estas vías terciarias conforman la mayor parte de la red vial de Colombia y son las que comunican las veredas con sus cabeceras municipales.

El objetivo de este trabajo fue realizar la supervisión técnica de una placa huella construida en la vereda Alto Negro del municipio de Soraca, la cual se desarrolló bajo los lineamientos de la norma del invias de 2015, denominada GUIA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLA, poniendo en practica diferentes conceptos y temáticas vistas en la universidad, al igual que el uso de diferentes programas y software, adquiriendo experiencia en el diseño estructural de una placa huella y de los elementos que la componen.

Palabras clave: Placa huella, supervisión, vías, diseño estructural.

## **2. ABSTRACT**

The improvement of tertiary pathways is fundamental to the socio-economic development of a region, because the inhabitants have access to health, education, food and many other services, They also manage to link up with the economy of the sector by taking out their food and other products.

These tertiary roads make up most of Colombia's road network and are the ones that connect the sidewalks with their municipal capitals.

The objective of this work was to carry out the technical supervision of a footprint plate built in the Alto Negro sidewalk of the municipality of Soraca, which was developed under the guidelines of the invias standard of 2015, called GUIDE DESIGN OF PAVEMENTS WITH FOOTPRINT PLATE, putting into practice different concepts and themes seen in the university, as well as the use of different programs and software, acquiring experience in the structural design of a footprint plate and the elements that compose it.

Keywords: Footprint plate, supervision, tracks, structural design.

### 3. INTRODUCCIÓN

La supervisión técnica es una labor en la cual los pasantes, estudiantes y profesionales deben realizar para garantizar el adecuado procedimiento constructivo y el excelente funcionamiento de las diferentes obras que se realizan.

Las vías terciarias según el INVIAS son aquellas que comunican las cabeceras municipales con sus veredas o sus veredas entre sí, "...son un tipo de infraestructura fundamental, para el desarrollo socio-económico y productivo de una región..." adaptado de Narváez, L Vías terciarias motor del desarrollo económico rural (2017). Ya que gracias a ellas los habitantes de veredas tienen acceso a educación, salud, alimentación y muchos servicios más y así mismo logran vincularse en la economía sacando sus productos. Estas vías conforman la mayor parte de la red vial de Colombia y "son puentes necesarios para cerrar las brechas urbano-rurales del país y lograr la modernización del campo colombiano. Son entonces, las reducciones en tiempo de desplazamiento, la diferencia que aumenta la posibilidad de un campesino para llevar sus productos a un mercado donde negociarlos, o para unos padres de acceder a tiempo a los esquemas de vacunación dispuestos por el gobierno para sus hijos" (BERNAL, 2020)

El mal estado de las vías en la vereda alto negro del municipio de Soracá afecta a sus habitantes y cultivadores, por esta razón se ve la necesidad de realizar la supervisión técnica en el mejoramiento de vías terciarias mediante la construcción de un tramo de placa huella, teniendo de base la guía de diseño de pavimentos con placa-Huella del INVIAS año 2015 y los diseños realizados por el ingeniero contratista.

En el siguiente trabajo se dan a conocer todas las actividades desarrolladas y supervisadas en la construcción de una placa huella en el municipio de Soraca.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

- Supervisar la construcción de un tramo de placa huella para el mejoramiento de vías terciarias en la vereda alto negro del municipio de Soracá.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Brindar apoyo técnico al ingeniero contratista y trabajadores en el momento de la construcción de la placa huella.
- Identificar y localizar cada uno de los componentes y su estructura para el desarrollo óptimo de la placa huella
- Verificar en campo que cada uno de los componentes de la placa huella cumplan con los requerimientos estipulados en base la guía de diseño de pavimentos con placa-huella del INVIAS año 2015

## **5. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA**

### **5.1 Localización**

El municipio de Soracá se encuentra ubicado en la provincia centro del departamento de Boyacá a 7km de la capital y la altitud de la cabecera municipal es de 2.799 m s. n. m. Limita al Norte con el municipio de Chivatá, al Oriente con los municipios de Siachoque, Viracachá y Ramiriquí, al Sur con el municipio de Boyacá y al Occidente con el municipio de Tunja

Este municipio tiene una extensión total de 57km<sup>2</sup>, se divide en 12 veredas las cuales son: Alto Negro, Chaine, Cruz Blanca, El Salitre, Faitoque, Otro Lado, Puente Hamaca, Quebrada Grande, Quebrada Vieja, Rominguirá y centro.

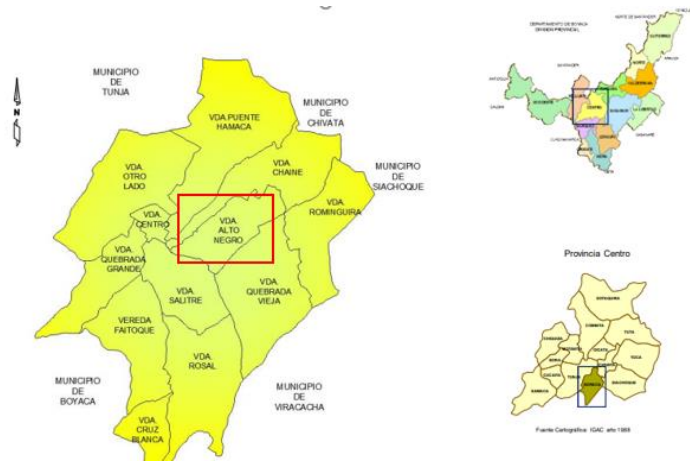
Se caracteriza por ser uno de los mejores productores de papa y por comercialización de carne.

### **5.2 Localización del proyecto**

La vereda Alto negro está ubicada al oriente de la cabecera municipal a 2900 msnm en el altiplano cundiboyacense, por lo cual pertenece a un piso térmico frío y tiene un gran impacto económico en el municipio, ya que sus tierras son utilizadas para cultivar papa, mazorca, zanahoria, cebolla, entre otros.

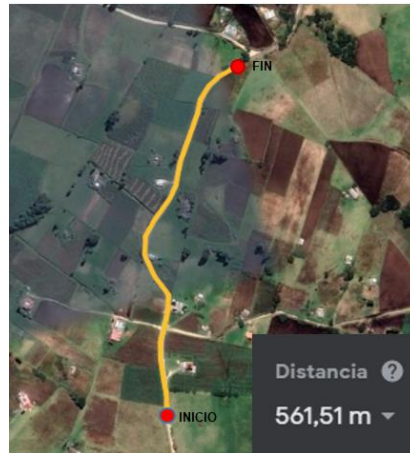
Esta placa huella tiene una longitud de 0.561 km y sus coordenadas son:

- Inicio: 5°29 '35" N, 73°19'21" W
- Fin: 5°29 '28" N, 73°19'06" W



*Ilustración 1: Localización de Soracá- Boyacá*

FUENTE: POT- SORACÁ



*Ilustración 2: Localización de placa huella*

FUENTE: GOOGLE EARTH

## 6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

El diseño de esta placa huella está basado en la guía de diseño de pavimentos con placa huella del invias 2015, y los diseños realizados por el ingeniero contratista de la empresa CIGUCON S.A.S CARLOS IVAN GONZALEZ URIBE.

### 6.1 Subbase

Es un material granular grueso compuesto por triturados, arena y material grueso. La subbase deberá tener, como mínimo, quince (15) centímetros de espesor en todo el ancho de la sección transversal. Si la conformación de la superficie existente no permitió configurar el bombeo en las tangentes (-2%) y el peralte y su transición en las curvas (2%) esta tarea se deberá efectuar al momento de construir la subbase. Lo anterior implica que la subbase tendría en la zona central de la calzada y en la parte externa de las curvas horizontales un espesor superior al mínimo de quince centímetros (0,15 m).

Las funciones de la subbase son:

- Constituir una superficie de trabajo limpia para construir sobre ella los elementos restantes que conforman el pavimento con placa-huella.
- Incrementar la rigidez de la superficie de apoyo de las placas-huellas, de la piedra pegada y de las berma-cunetas.
- Controlar el eventual bombeo que se pudiese presentar por las juntas de construcción que se requieren" (INVIAS, 2015)



*Ilustración 3 Extendida subbase*

AUTOR: PROPIA

## 6.2 Placa huella

“Una 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 la presente guía 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.” Tomado de: GUIA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLA (INVIAS, 2015).



*Ilustración 4 Placa huella*

AUTOR: PROPIA

### **6.3 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 sobreebanco 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 confinamiento 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 estas placas-huella, que están totalmente apoyadas sobre la subbase, las que "sostienen" la riostra por lo que la rigidez de su apoyo resulta irrelevante." (INVIAS, 2015)



*Ilustración 5 Riostra con excavación*

AUTOR: PROPIA

#### **6.4 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.” (INVIAS, 2015)



*Ilustración 6 Piedra pegada*

AUTOR: PROPIA

## **6.5 Berma Cuneta y Bordillo**

“La Berma-cuneta y el bordillo son elementos de drenaje superficial contruidos 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.” (INVIAS, 2015)



*Ilustración 7 Cuneta y bordillo*

AUTOR: PROPIA

## 7. ACTIVIDADES REALIZADAS

Estas actividades se describen en orden cronológico

### 7.1 Localización topográfica y replanteo.

Lo primero que se realiza es el reconocimiento del terreno donde se construye la placa huella, se hace un recorrido junto con el ingeniero contratista a lo largo de la vía, desde la abscisa 0+000 a la abscisa 0+560 reconociendo las abscisas cada 0+020 km y haciendo su respectiva demarcación para luego proceder a tomar niveles para aplicar la subbase, estos niveles se toman de acuerdo a los diseños realizados por el ingeniero contratista y se realiza el replanteo a lo largo de toda la vía utilizando estacas para demarcar la altura necesaria.



*Ilustración 8 Toma de niveles*

AUTOR: PROPIA

### 7.2 Extendida y compactación de subbase

Luego de tener los niveles necesarios de la subbase, se procede a realizar supervisión en la extendida del material seleccionado, esta actividad se realiza a lo largo de toda la vía, verificando que se cumplieran con las alturas tomadas y los peraltes tomados cada 20 metros, los cuales estaban especificados en los diseños del ingeniero contratista.

En la extendida del material se utilizó una retroexcavadora, y un método manual para verificar las alturas y los peraltes.



*Ilustración 9 Extendida de Material de Subbase*

AUTOR: PROPIA

A medida que se avanzaba con la extendida del material de subbase y con sus peraltes, se compactaba el terreno y se roseaba para coger firmeza y para obtener las densidades específicas para el cumplimiento de la subbase.



*Ilustración 10 Compactación del terreno*

AUTOR: PROPIA

				2,5		1,8	0	1,8		2,5	
	eje tn	eje diseño		izq	%per	izq	eje	der	%per	der	PEND LONG
-60	194,579	194,51	-0,069	194,499	-2%	194,649	194,695	194,649	-2%	194,499	
-40	196,025	196,19	0,165	196,179	-2%	196,329	196,365	196,329	-2%	196,179	8,40%
-20	197,915	197,87	-0,045	197,859	-2%	198,009	198,045	198,009	-2%	197,859	8,40%
0	199,597	199,55	-0,047	199,539	-2%	199,689	199,725	199,689	-2%	199,539	8,40%
20	201,382	201,462	0,08	201,451	-2%	201,601	201,637	201,601	-2%	201,451	9,56%
40	203,422	203,424	0,002	203,485	2%	203,635	203,599	203,563	-2%	203,413	9,81%
60	205,862	205,856	-0,006	205,917	2%	206,067	206,031	205,995	-2%	205,845	12,16%
80	208,288	208,288	0	208,277	-2%	208,427	208,463	208,427	-2%	208,277	12,16%
100	211,173	211,14	-0,033	211,129	-2%	211,279	211,315	211,351	2%	211,201	14,26%
120	214,028	213,93	-0,098	213,919	-2%	214,069	214,105	214,141	2%	213,991	13,95%
140	216,636	216,62	-0,016	216,609	-2%	216,759	216,795	216,831	2%	216,681	13,45%
160	219,054	219,054	0	219,043	-2%	219,193	219,229	219,193	-2%	219,043	12,17%
180	221,173	221,082	-0,091	221,143	2%	221,293	221,257	221,221	-2%	221,071	10,14%
200	223,009	223,06	0,051	223,121	2%	223,271	223,235	223,199	-2%	223,049	9,89%
220	224,864	224,962	0,098	225,023	2%	225,173	225,137	225,101	-2%	224,951	9,51%
240	227,931	227,864	-0,067	227,925	2%	228,075	228,039	228,003	-2%	227,853	14,51%
260	230,767	230,816	0,049	230,805	-2%	230,955	230,991	231,027	2%	230,877	14,76%
280	233,747	233,75	0,003	233,739	-2%	233,89	233,925	233,96	2%	233,811	14,67%
300	237,117	237,12	0,003	237,109	-2%	237,259	237,295	237,331	2%	237,181	16,85%
320	240,304	240,238	-0,066	240,227	-2%	240,377	240,413	240,449	2%	240,299	15,59%
340	243,081	242,986	-0,095	243,047	2%	243,197	243,161	243,125	-2%	242,975	13,74%
360	245,584	245,634	0,05	245,695	2%	245,845	245,809	245,773	-2%	245,623	13,24%
380	248,297	248,282	-0,015	248,343	2%	248,493	248,457	248,421	-2%	248,271	13,24%
400	250,527	250,45	-0,077	250,439	-2%	250,589	250,625	250,589	-2%	250,439	10,84%
420	252,384	252,408	0,024	252,469	2%	252,619	252,583	252,547	-2%	252,397	9,79%
440	254,474	254,436	-0,038	254,497	2%	254,647	254,611	254,575	-2%	254,425	10,14%
460	256,599	256,604	0,005	256,665	2%	256,815	256,779	256,743	-2%	256,593	10,84%
480	258,731	258,772	0,041	258,833	2%	258,983	258,947	258,911	-2%	258,761	10,84%
500	260,991	260,94	-0,051	261,001	2%	261,151	261,115	261,079	-2%	260,929	10,84%

Ilustración 11 Niveles y Peraltes

AUTOR: ING. CARLOS GONZÁLEZ

Luego de tener la subbase granular completa se hace acompañamiento en la realización del ensayo para hallar las densidades del suelo, el ensayo utilizado es el de cono y arena; Este ensayo se realiza in situ por una persona capacitada y consiste en seleccionar el lugar y se alisa la superficie del terreno, de ser necesario, para la posterior colocación del plato metálico con perforación central, luego se excava a través de esta perforación un orificio con una profundidad similar a la capa de control, a continuación, se procede a colocar el cono, bien sea cono convencional o macro cono, de manera invertida sobre el agujero, se abre la válvula de este y se deja caer en caída libre la arena de densidad conocida (una arena estandarizada compuesta por partículas cuarzosas, sanas, no cementadas, de granulometría redondeada) hasta el agujero para determinar el volumen, la densidad húmeda del suelo se determina dividiendo la masa húmeda del material que fue removido entre el volumen del orificio. Luego utilizando la masa húmeda del suelo, el contenido de humedad y volumen del orificio, se puede calcular el volumen del agujero

excavado, la masa seca del material extraído y las densidades húmedas y secas “in situ” del suelo ensayado.

Este método de ensayo se usa para determinar la densidad de los suelos compactados, utilizados para construir terraplenes, rellenos viales y rellenos estructurales. Se usa con frecuencia, como base para la aceptación de suelos compactados a una densidad especificada o un porcentaje de densidad máxima determinada por los métodos de ensayo de las normas INV E – 141 o INV E – 142.



Ilustración 12 Toma de Densidades

AUTOR: ING. DIANA YANQUEN Y PROPIA

N°	ITEM	DESCRIPCIÓN (1)	ENSAYO (2)	NORMA (3)	CRITERIO (4)	RESULTADO (5)	CUMPLE? (6)
	Solo base granular	Densidad subbase granular de PRO+000 a PRO+550	Densidad cono y arena	INV 6-161	>95%	111%	SI
	sub-base granular	Material de sub-base granular de color café a folla anigolai	Compactación Proctor-Modificado	INVE-142-13		1.878 kg/m <sup>3</sup>	SI

Ilustración 13 Resultados de densidades

AUTOR: PROPIA

MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE UN TRAMO DE PLACA HUELLA EN LA VEREDA ALTO NEGRO DEL MUNICIPIO DE SORACA

Ensayo N°:	1	2	3	4	5	6	7	RESULTADOS
Fecha:	22-sep-20							
A PR y Capa SUBBASE	PR 0+460	PR 0+360	PR 0+254	PR 0+120	PR 0+062			De -
B Peso Frasco + Arena Inicial (g)	6.164,00	6.080,00	6.146,00	6.124,00	6.189,00			
C Peso Frasco + Arena Final (g)	3.305,00	3.344,00	3.366,00	3.294,00	3.340,00			Dm 2,08
D Peso Arena usada (g) B-C	2.859,00	2.736,00	2.780,00	2.830,00	2.849,00			Dm min -
E Constante de Cono	1.560,00	1.560,00	1.560,00	1.560,00	1.560,00			
F Peso de Arena en el hueco (g) D-E	1.299,00	1.176,00	1.220,00	1.270,00	1.289,00			Di
G Densidad de la arena (T/m³)	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42			Di min 2,04
H Volumen del Hueco (cm³) F/G	914,79	828,17	859,15	894,37	907,75			
I W Material Extraído Humedo (g)	2.010,00	1.967,00	1.948,00	2.145,00	2.090,00			
J Humedad (%)	11,00	12,30	11,60	9,50	9,80			
K Peso del Material Seco (g) I/(1+J)	1.810,81	1.751,56	1.745,52	1.958,90	1.903,46			
L Densidad del Material (T/m³) K/H	1,98	2,11	2,03	2,19	2,10			
M Densidad Máx. de Lab. (T/m³)	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88			
N Humedad óptima (%)	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80			
O Compactación del Material (%) L/N	105%	113%	108%	117%	112%			111%

Ilustración 14 Resultado ensayo cono y arena

AUTOR: PROPIA

En los resultados se puede observar que el suelo es apto y cumple con la compactación mínima establecida en la norma INV E-161.

### 7.3 Riostras

Luego de tener el suelo apto, se procede a realizar la demarcación de riostras a lo largo de la vía, esta demarcación se realiza cada 3 metros tomados desde los ejes de las riostras, para esto se utiliza una cinta métrica una boquillera, simbra y puntillas.



Ilustración 15 Demarcación de Riostras

AUTOR: PROPIA

La excavación se hace de manera manual, teniendo un ancho de 20 cm y un alto de 20 cm, para esta actividad se utiliza una pica, una pala y un bogue para recoger los escombros.



*Ilustración 16 Excavación Manual de Riostras*

AUTOR: PROPIA

El acero de refuerzo consiste en 2 barras #4, 2 arriba y 2 abajo, y su longitud varía dependiendo el ancho de la vía, sus flejes son barras # 2, ubicadas a lo largo de la riostra con una separación de 15 cm y los traslapos si son necesarios son de 60 cm.



*Ilustración 17 Armado Acero de Refuerzo*

AUTOR: PROPIA

Las medidas de los flejes son: 20 cm de ancho, 15 cm de alto y sus ganchos son de 9 cm cada uno obteniendo una longitud total de 0.88m

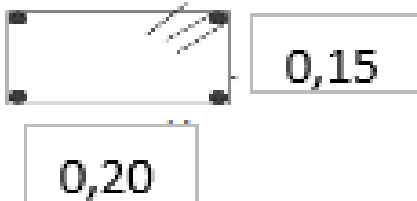


Ilustración 18 Despiece Flejes

AUTOR: PROPIA

La vía cuenta con diferentes longitudes de Riostras, las cuales varían según la sección de la vía. Estas longitudes varían desde 4,75m hasta 6,8 m, dependiendo si la vía tiene cuneta a ambos lados, solo a un lado, o no tiene cuneta, esto lo podemos ver en el plano de vía (Anexo 1) y el despiece de las vigas y longitud individual y total de riostras lo observamos en la siguiente tabla:

Abscisa	Longitud	Cuneta y Bordillo	Total (m)	FLEJES #2
K0+561	3,6	1,2	4,8	31
K0+558	3,6	1,2	4,8	31
K0+555	3,6	1,2	4,8	31
K0+552	3,6	1,2	4,8	31
K0+549	3,6	1,2	4,8	31
K0+546	3,6	1,2	4,8	31
K0+543	3,6	1,2	4,8	31
K0+540	3,6	1,2	4,8	31
K0+537	3,6	1,2	4,8	31
K0+534	3,6	1,2	4,8	31
K0+531	3,6	1,2	4,8	31
K0+528	3,6	1,2	4,8	31
K0+525	3,6	1,2	4,8	31
K0+522	3,6	1,2	4,8	31
K0+519	3,6	1,2	4,8	31
K0+516	3,6	1,2	4,8	31
K0+513	3,6	1,2	4,8	31
K0+510	3,6	1,2	4,8	31
K0+507	3,6	1,2	4,8	31
K0+504	3,6	1,2	4,8	31
K0+501	3,6	1,2	4,8	31
K0+498	3,6	1,2	4,8	31
K0+495	3,6	1,2	4,8	31
K0+492	3,6	1,2	4,8	31

KO+489	3,6	1,2	4,8	31
KO+486	3,6	1,2	4,8	31
KO+483	3,6	1,2	4,8	31
KO+480	3,6	1,2	4,8	31
KO+477	3,6	1,2	4,8	31
KO+474	3,6	1,2	4,8	31
KO+471	4,5	1,2	5,7	37
KO+468	5,4	1,2	6,6	43
KO+465	5,4	1,2	6,6	43
KO+462	5,4	1,2	6,6	43
KO+459	5,4	1,2	6,6	43
KO+456	5,4	1,2	6,6	43
KO+453	5,4	1,2	6,6	43
KO+450	4,5	1,2	5,7	37
KO+447	3,6	1,2	4,8	31
KO+444	3,6	1,2	4,8	31
KO+441	3,6	1,2	4,8	31
KO+438	3,6	1,2	4,8	31
KO+435	3,6	1,2	4,8	31
KO+432	3,6	1,2	4,8	31
KO+429	3,6	1,2	4,8	31
KO+426	3,6	1,2	4,8	31
KO+423	3,6	1,2	4,8	31
KO+420	3,6	1,2	4,8	31
KO+417	3,6	1,2	4,8	31
KO+414	3,6	1,2	4,8	31
KO+411	3,6	1,2	4,8	31
KO+408	3,6	1,2	4,8	31
KO+405	3,6	1,2	4,8	31
KO+402	3,6	1,2	4,8	31
KO+399	3,6	1,2	4,8	31
KO+396	3,6	1,2	4,8	31
KO+393	3,6	1,2	4,8	31
KO+390	3,6	1,2	4,8	31
KO+387	3,6	1,2	4,8	31
KO+384	3,6	1,2	4,8	31
KO+381	3,6	1,2	4,8	31
KO+378	3,6	1,2	4,8	31
KO+375	3,6	1,2	4,8	31
KO+372	3,6	1,2	4,8	31
KO+369	3,6	1,2	4,8	31

K0+366	3,6	1,2	4,8	31
K0+363	3,6	1,2	4,8	31
K0+360	3,6	1,2	4,8	31
K0+357	3,6	1,2	4,8	31
K0+354	3,6	1,2	4,8	31
K0+351	3,6	1,2	4,8	31
K0+348	3,6	1,2	4,8	31
K0+345	3,6	1,2	4,8	31
K0+342	3,6	1,2	4,8	31
K0+339	3,6	1,2	4,8	31
K0+336	3,6	1,2	4,8	31
K0+333	3,6	1,2	4,8	31
K0+330	3,6	1,2	4,8	31
K0+327	3,6	1,2	4,8	31
K0+324	4,5	1,2	5,7	37
K0+321	5,4	1,2	6,6	43
K0+318	5,4	0,7	6,1	40
K0+315	5,4	0,2	5,6	37
K0+312	5,4	0,2	5,6	37
K0+309	5,4	0,2	5,6	37
K0+306	5,4	0,2	5,6	37
K0+303	4,5	1,2	5,7	37
K0+300	3,6	1,2	4,8	31
K0+297	3,6	1,2	4,8	31
K0+294	3,6	1,2	4,8	31
K0+291	3,6	1,2	4,8	31
K0+288	3,6	1,2	4,8	31
K0+285	3,6	1,2	4,8	31
K0+282	3,6	1,2	4,8	31
K0+279	4,05	1,2	5,25	34
K0+276	4,05	1,2	5,25	34
K0+273	4,05	1,2	5,25	34
K0+270	4,05	1,2	5,25	34
K0+267	4,05	1,2	5,25	34
K0+264	4,05	0,7	4,75	31
K0+261	4,05	0,7	4,75	31
K0+258	4,05	0,7	4,75	31
K0+255	4,05	0,7	4,75	31
K0+252	4,05	0,7	4,75	31
K0+249	4,05	0,7	4,75	31
K0+246	4,05	0,7	4,75	31

K0+243	4,05	1,05	5,1	33
K0+240	4,05	1,2	5,25	34
K0+237	3,6	1,2	4,8	31
K0+234	3,6	1,2	4,8	31
K0+231	3,6	1,2	4,8	31
K0+228	3,6	1,2	4,8	31
K0+225	3,6	1,2	4,8	31
K0+222	3,6	1,2	4,8	31
K0+219	3,6	1,2	4,8	31
K0+216	3,6	1,2	4,8	31
K0+213	3,6	1,2	4,8	31
K0+210	3,6	1,2	4,8	31
K0+207	4,05	1,2	5,25	34
K0+204	4,05	1,2	5,25	34
K0+201	4,05	1,2	5,25	34
K0+198	4,05	1,2	5,25	34
K0+195	4,05	1,2	5,25	34
K0+192	4,05	1,2	5,25	34
K0+189	4,05	1,2	5,25	34
K0+186	4,05	1,2	5,25	34
K0+183	4,05	1,2	5,25	34
K0+180	4,05	1,2	5,25	34
K0+177	4,05	1,4	5,45	34
K0+174	4,05	1,4	5,45	34
K0+171	4,05	1,4	5,45	34
K0+168	4,05	1,4	5,45	34
K0+165	4,05	1,4	5,45	34
K0+162	4,05	1,4	5,45	34
K0+159	4,05	1,4	5,45	34
K0+156	3,6	1,4	5	31
K0+153	3,6	1,4	5	31
K0+150	3,6	1,4	5	31
K0+147	4,5	1,4	5,9	37
K0+144	5,4	1,4	6,8	43
K0+141	5,4	1,4	6,8	43
K0+138	5,4	1,4	6,8	43
K0+135	5,4	1,4	6,8	43
K0+132	5,4	1,4	6,8	43
K0+129	5,4	1,4	6,8	43
K0+126	4,5	1,4	5,9	37
K0+123	3,6	1,4	5	31



K0+6	3,6	1,4	5	31
K0+3	3,6	1,4	5	31
K0+0	3,6	1,4	5	31
	3,6	1,4	5	31

*Ilustración 19 Longitud de Riostras*

AUTOR: PROPIA

A lo largo del desarrollo de esta actividad se presta un apoyo contante a los trabajadores y se supervisa cada una de las actividades realizadas, sin encontrar ningún inconveniente o problema en el desarrollo y armado de acero de las riostras, día a día se contaban cada una de estas y se verificaba que cumplieran con las medidas y con los flejes necesarios y descritos en el despiece.



*Ilustración 20 Colocación de Riostras en terreno*

AUTOR: PROPIA

#### **7.4 Acero de refuerzo de Placa huella**

Luego de tener las riostras puestas en terreno se procede a poner el acero de refuerzo para la placa huella, este acero va de acuerdo a las curvas de la vía, las cuales son especificadas por la guía de diseño de placa huella y por el ingeniero Contratista

Estas curvas tipo van en función a la deflexión y al radio de curva, y están establecidos 12 tipos de curvas.

Curva tipo	Figura No.	Radio (m)	Deflexión $\Delta$ , en grados	Berma-cuneta exterior (m)	Piedra pegada exterior (m)	Placa-huella exterior (m)	Piedra pegada central (m)	Placa-huella interior 1 (m)	Placa-huella interior 2 (m)	Piedra pegada interior (m)	Berma-cuneta interior (m)	Ancho total calzada (m)	Longitud transición total (m)	Longitud transición sobreebancho (m)
1	1.3	> 150	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	0.90	0.90	0.90	0.00	0.45	0.70	5.00	0	0
2	1.4	$80 < R \leq 150$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.35	0.45	1.35	0.00	0.00	0.70	5.00	6	0
3	1.5	$60 < R \leq 80$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.35	0.45	1.35	0.00	0.00	0.70	5.00	9	0
4	1.6	$40 < R \leq 60$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.35	0.45	1.35	0.00	0.00	0.70	5.00	12	0
5	1.7	$30 < R \leq 40$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	12	3
6	1.8	$25 < R \leq 30$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	15	3
7	1.9	$20 < R \leq 25$	$\Delta \leq 45$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	15	3
8	1.10	$20 < R \leq 25$	$45 < \Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	0.90	1.35	0.00	0.70	5.90	15	3
9	1.11	$11 < R \leq 20$	$\Delta \leq 30$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	15	3
10	1.12	$11 < R \leq 20$	$30 < \Delta \leq 45$	0.70	0.45	1.80	0.00	0.90	1.35	0.00	0.70	5.90	15	6
11	1.13	$11 < R \leq 20$	$45 < \Delta \leq 90$	0.70	0.45	1.80	0.00	0.90	1.80	0.00	0.70	6.35	18	9
12	1.14	$11 < R \leq 20$	$90 < \Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.35	1.80	0.00	0.70	6.80	21	9

Ilustración 21 Curvas tipo en función de la deflexión y el radio de curva

FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLA

“Para su interpretación es necesario manifestar lo siguiente:

- El ancho adicional (sobreebancho) que requiere la calzada en la curva se aplica de PC a PT y Fluctúa entre 0,45 m y 1,80 m.
- En todos los casos la berma-cuneta queda por fuera de la trayectoria de las ruedas, es decir que las berma-cunetas no son zona de circulación en las curvas.
- Para facilitar la construcción se han establecido franjas de placa-huella de los siguientes anchos: 0,90 m, 1,35 m y 1,80 m.
- En las curvas horizontales con deflexión relativamente baja y radio relativamente grande el ancho adicional requerido por las placas-huella se suministra disminuyendo el ancho de la piedra pegada y ese mismo ancho adicionándolo al ancho de la placa-huella adyacente.

A medida que la deflexión de la curva es mayor y/o el radio es menor se llega a un punto en que ya toda la franja central de piedra pegada se ha eliminado y su ancho adicionado a la placa-huella exterior. Igualmente, la franja de piedra pegada interior incorporado a la placa-huella interior. Hasta este punto no se ha suministrado sobreebancho a la calzada y ésta sigue siendo de cinco (5) metros.

El ancho adicional que requieren las placas-huella por la trayectoria de las ruedas de los camiones se ha solucionado de la siguiente manera:

- Incrementando paulatinamente la sustitución de piedra pegada por placa-huella.
- Incrementando paulatinamente la longitud en la tangente (antes del PC y después del PT) en que se realiza la sustitución de piedra pegada por placa-huella. En la ilustración 20 esta longitud se denomina "Longitud transición total".

Lo descrito en este literal aplica, en la Tabla 1.1, a las curvas Tipo 1 a Tipo 4.

- e) Cuando, por la combinación de deflexión y radio, la curva se va haciendo más crítica, la calzada de cinco (5) metros resulta insuficiente siendo necesario suministrarle ancho adicional (sobrecancho) con incrementos de 0,45 metros. Éste es el caso de las Curva Tipo 5 a Tipo 12 consignadas en la Ilustración 20.

A título de ejemplo, en la Curva Tipo 5 se requiere aumentar el ancho de la calzada a cinco metros con cuarenta y cinco centímetros (5,45 m). Ya en la Curva Tipo 4 el ancho de la placa-huella interior es de 1,35 metros y si la Curva Tipo 5 necesita 0,45 metros más de ancho entonces la placa-huella interior debe ser de 1,80 metros de ancho. Dado que en la presente Guía se permiten placas-huella hasta de 1,80 metros de ancho, y con el propósito de minimizar el número de juntas longitudinales de construcción, se establece que la placa-huella interior tenga 1,80 metros de ancho.

También, a título de ejemplo, en la Curva Tipo 11 se requiere aumentar el ancho de la calzada a seis metros con treinta y cinco centímetros (6,35 m), es decir, proporcionar un ancho adicional (sobrecancho) de 1,35 metros. Ya para la combinación de deflexión y radio de esta curva la franja de piedra pegada central ha sido adicionada a la placa-huella exterior y la franja de piedra pegada interior ha sido adicionada a la placa-huella interior.

La placa-huella interior queda:

- Placa-huella en tangente: 0,90 m
- Sustitución de la piedra pegada interior: 0,45 m
- Ancho adicional: 1,35 m

La suma de las franjas anteriores indica que el ancho de la placa-huella interior es de 2,70 metros.

Como este ancho es mayor de 1,80 metros se divide en dos franjas de placas-huella, así:

- Placa-huella interior 1: 0,90 m
- Placa-huella interior 2: 1,80 m

Respecto a la partición anterior se debe manifestar lo siguiente:

- Se aprovecha el máximo el ancho de la placa-huella por lo que resulta una única junta longitudinal de construcción.

- Para evitar el problema de -suras en las placas-huella anteriores y posteriores a la sección donde se realizó el cambio de ancho debido a que las juntas longitudinales de construcción ya no coincidirían ES INDISPENSABLE hacer una junta transversal de construcción. Dicha junta se debe construir en todas las secciones donde la modulación implique cambio en el ancho de la franja de placas-huella.

- f) La última columna de la Tabla 1.1 denominada "Longitud transición sobrecancho" corresponde a la longitud, antes del PC y después del PT, en que se realiza la transición del ancho adicional de la calzada. Hasta donde inicia dicha transición la calzada tiene cinco (5) metros de ancho, independientemente que desde unos metros atrás se haya iniciado la sustitución de piedra pegada por placa-huella. Como ya se manifestó en el literal d) la distancia desde la sección donde se debe iniciar la mencionada sustitución hasta el PC de denomina en la Ilustración 20. "Longitud transición total ". (INVIAS, 2015)

Las curvas tipo que se manejaron en el proyecto son la numero 4 y la curva tipo número 5. Sus secciones son las siguientes:

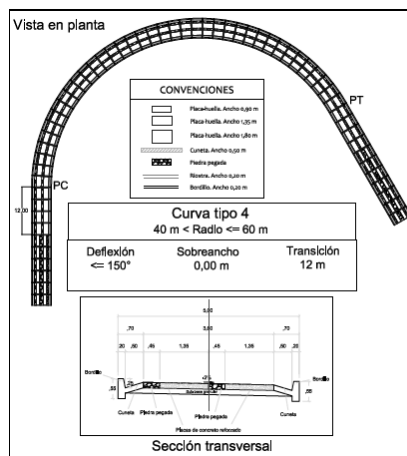


Ilustración 22 Curva tipo 4

FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLA

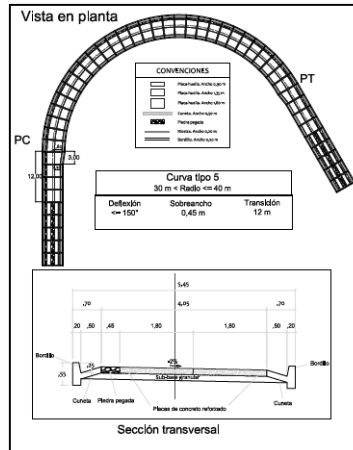


Ilustración 23 Curva tipo 5

FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLA

El acero de refuerzo debe ubicarse en la mitad de la losa, esto quiere decir que lleva un recubrimiento de 7.5 cm, y su ancho varía dependiendo el ancho de la losa, las losas pueden ser de 0.90m, 1.35 m y 1.80 m.

El acero longitudinal consiste en varillas #4 ubicadas cada 15 cm y su acero transversal son varillas #2 cada 30 cm, su recubrimiento lateral también es de 7.5 cm. El acero longitudinal tiene un traslapo de 0.60 m y está ubicado en el tercio central de la losa.

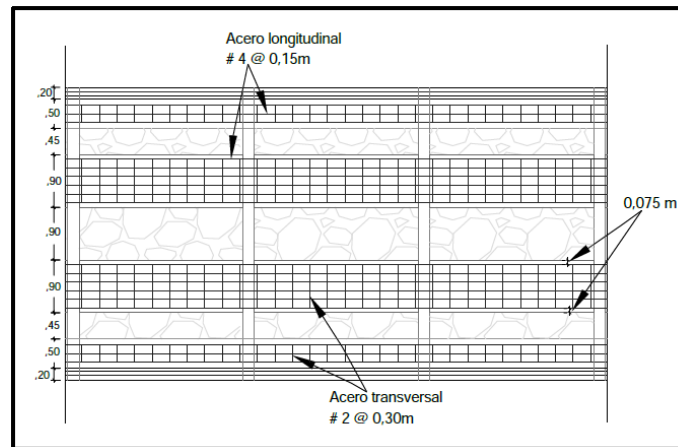


Ilustración 24 Distribución del acero de refuerzo

FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLA

El acero longitudinal para una sección de 0.90 m es de 6 varillas, para una sección de 1.35m es de 9 varillas y para una sección de 1.80 m es de 12 varillas #4, y de riostra a

riostra van 11 varillas #2 de acero transversal, este acero transversal se manejó de 2 longitudes, una de 0.98m el cual tiene ganchos a cada extremo de 7.5cm y otra de 0.90 m sin ganchos.

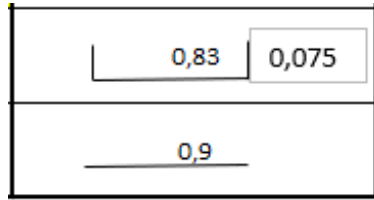


Ilustración 25 Acero de refuerzo placas

FUENTE: INGENIERO CARLOS GONZÁLEZ

Al poner el acero longitudinal se debe pasar por debajo de la parte superior del acero de la riostra para que quede debidamente asegurado como lo muestra la ilustración 25.

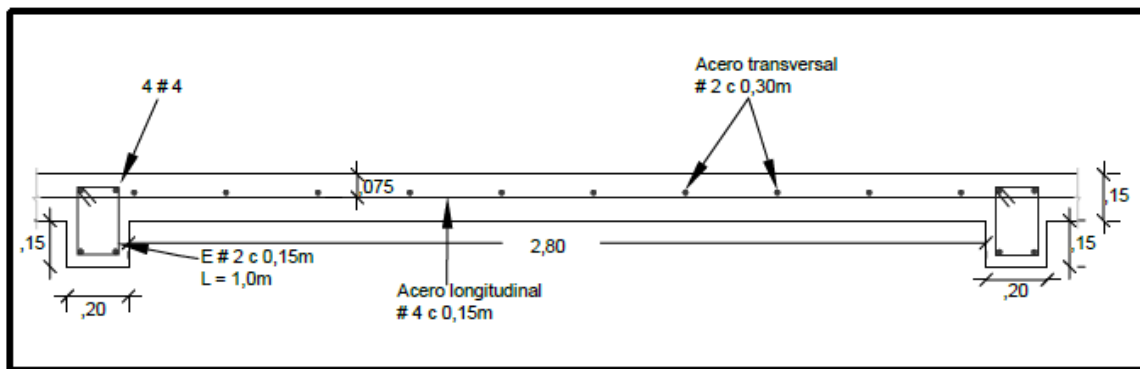


Ilustración 26 Corte Longitudinal Placa Huella

FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLA



Ilustración 27 Acero de Refuerzo

FUENTE: PROPIA

En el desarrollo de esta actividad se supervisa el cumplimiento de las distancias requeridas entre varillas y la cantidad de flejes necesarios, de igual manera que los flejes estuvieran intercalados para de esa manera ayudar a garantizar el recubrimiento del acero, se le explica a los trabajadores como deben ir ubicadas las varillas en el sobrancho y la medida de los traslajos y su posición, para esto es necesario estar presente durante todo el proceso y colaborar en lo requerido por el ingeniero contratista.

Se realiza una memoria de cantidades de acero, la cual se anexará al trabajo, esta memoria fue entregada al ingeniero Contratista.



*Ilustración 28 Amarrado Acero de refuerzo*

FUENTE: PROPIA



*Ilustración 29 Acero en esquina de sobrancho*

FUENTE: PROPIA

## 7.5 Fundida de Placas

A medida que se va amarrando acero se van poniendo formaletas para poder fundir, las formaletas usadas eran metálicas, sus longitudes variaban entre 0.90m a 2.80 m para facilitar su ubicación entre placas.

Las características del concreto usado es:

- Resistencia a la compresión a los 28 días  $f'_c: 210 \text{ Kg/cm}^3$
- El tamaño máximo del agregado grueso es de 38mm

El diseño de la mezcla es realizado por el ingeniero contratista Carlos Iván González Uribe bajo el método ACI 211 el siguiente:

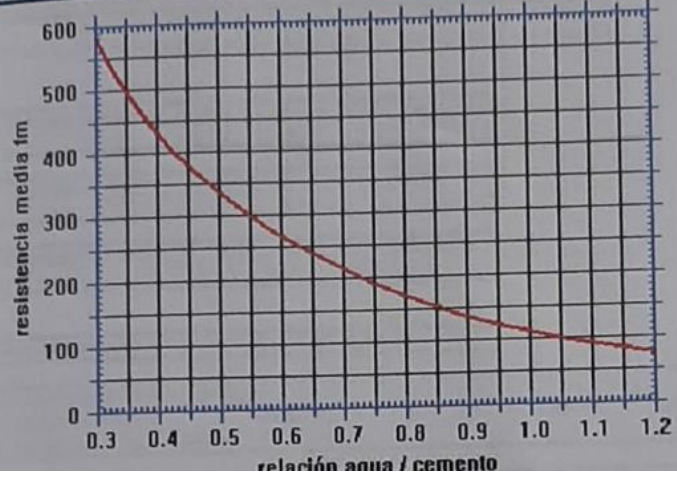
Datos: 1 m <sup>3</sup> de concreto			Tipo 1: De fraguado normal		
Tipo de cemento Portland:	210 kg/cm <sup>2</sup>	3000 Psi	Digite	2 Pulg.	
Asentamiento:	50.8 mm	(cono de Abrams)	Plastica		
Agregado grueso:			CEMENTO		
Tamaño máximo del agregado grueso:	40 mm	Absorción %	Propiedad	VALOR	UND
Peso vol unitario aparente seco compactado MUC:	1323 kg/m <sup>3</sup>	4.33	Peso ESP o Densidad	2975	kg/m <sup>3</sup>
Peso vol unitario aparente seco suelto MUS:	1260 kg/m <sup>3</sup>	Humedad %	Mesa unit Suelto	1200	kg/m <sup>3</sup>
Peso Específico o Densidad:	2.55 ton/m <sup>3</sup>	2	Tubo de 4" x 4" x 1/2"		
Agregado fino:			Tipo elem	Slump Nomin	Slump Max
Módulo de finura de	2.5	Absorción %	elemto > 30 c	0.3" -1.5"	2"
Peso vol unitario aparente seco compactado MUC:	1525 kg/m <sup>3</sup>	5.53	elemto < 30 c	0.3" -1.6"	2"
Peso vol unitario aparente seco suelto MUS:	1480 kg/m <sup>3</sup>	Humedad %	Pilas vaciada	2" -3.2"	3.5"
Peso Específico o Densidad:	2.62 ton/m <sup>3</sup>	7	concreto bajo	2" -3.2"	3.5"
			CONVEN CIONES		
			No modifique		
			Digite valor		
			Seleccione		

TIPO DE CONTROL:	Regular	a. Se determina la variabilidad de la resistencia del hormigón, en base al nivel de control de calidad del proceso de mezclado en obra, para lo que se puede utilizar la siguiente tabla:			
		TIPO DE CONTROL	DESVIACION ESTANDAR ( $\sigma$ )	RESITENCIA COMP $f'_c$	RES REQ
$f_c = f_m - 1.65\sigma$	0.17 fm	Muy bueno	0.07 fm	< 210	$f'_c + 70$
	0.7195 fm	Bueno	0.14 fm	210-350	$f'_c + 85$
$f_m = \frac{f_c}{0.7195}$	291.87 kg/cm <sup>2</sup>	Regular	0.17 fm	> 350	$f'_c + 100$
		Deficiente	0.28 fm	INV-630-9	
$f'_c \text{ Req Inv-630} =$	295.00 kg/cm <sup>2</sup>	Un control de calidad muy bueno se obtiene solamente en laboratorios especializados que dosifican sus mezclas al peso, tienen control de la humedad antes del mezclado, utilizan agregados seleccionados y controlan la trabajabilidad del hormigón fresco.			
Un control de calidad bueno se consigue en obras que emplean hormigón premezclado en fábricas especializadas y controlan el asentamiento del cono de Abrams; o en obras que mecanizan la producción de mezclas al peso, realizan corrección de dosificaciones por la humedad, emplean agregados de calidad y verifican la trabajabilidad de la mezcla.					
b. Se determina la cantidad de agua que se requiere por m <sup>3</sup> de hormigón, y el porcentaje de volumen de aire atrapado, en función del tamaño máximo del agregado y del asentamiento en el cono de Abrams, mediante la siguiente tabla:					

Cantidad aproximada de agua de mezclado para diferentes asentamientos y tamaños máximos de los agregados

Asentamiento (mm)	Cantidad de agua (Kg/m <sup>3</sup> de concreto para agregados de tamaño máximo mm)							
	10	12.5	20	25	40	50	70	150
30 a 50	207	200	190	180	166	155	145	130
75 a 100	228	215	205	193	181	170	160	145
150 a 180	243	228	216	202	190	180	170	160
Contenido de aire atrapado (porcentaje)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Cantidad de agua por metro cúbico de hormigón =	166 Kg (se toma de la tabla anterior)							
Porcentaje de volumen de aire atrapado =	1% (se toma de la tabla anterior)							

c. La relación agua / cemento de la mezcla (medida al peso) se estima de la siguiente figura tomada del libro *Propiedades del Concreto* de A. M. Neville, que se detalla a continuación, para una resistencia media de 205 Kg/cm<sup>2</sup>, medida a los 28 días.



$$\frac{\text{Peso de agua}}{\text{peso de cemento}} = 0.56$$
 d. El contenido de cemento será:  

$$\text{peso de cemento} = \frac{\text{peso de agua}}{0.56} = \frac{166}{0.56} = 300 \text{ kg}$$

e. Se calcula el volumen aparente de agregado grueso mediante la siguiente tabla, en función del módulo de finura del agregado fino 2.5 y el tamaño máximo del agregado grueso es 40 mm

Tamaño máximo del agregado (mm)	Volumen de agregado grueso compactado con varilla, por volumen de concreto para módulo de finura (entre 2.3 y 3.1 INV-630-11) de la arena de:							
(mm)	2.3	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4	
10	0.51	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42	0.4	
12.5	0.60	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49	
20	0.67	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58	0.56	
25	0.72	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61	
40	0.76	0.75	0.74	0.71	0.69	0.67	0.63	
50	0.79	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68	
70	0.83	0.82	0.79	0.78	0.76	0.74	0.72	
150	0.88	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77	
volumen aparente del agregado grueso =	0.75 m <sup>3</sup> (se toma de la tabla anterior)							6



Para el desarrollo de la actividad el acompañamiento es diario, en donde se realizó el señalamiento del ancho de cada una de las placas por donde debían ir las formaletas, para esto se cimbró el terreno, esta delimitación ayudaba a verificar que las formaletas estuvieran a la distancia correcta para cumplir con el recubrimiento establecido por la norma.

Al momento de ubicar las formaletas, se tenía en cuenta el tipo de curva y la sección, las cuales mostraban el ancho de cada losa y de esta manera cumplir con las juntas de dilatación.



*Ilustración 32 Fundida de Placas*

FUENTE: PROPIA

Luego de verter el concreto dentro de las formaletas, pero antes de que se encuentre seco se procede a realizar el allanado para luego continuar con la texturización de la placa, para el micro texturizado se utilizó un geotextil el cual se pasa en sentido longitudinal a la vía, para después realizar el macro texturizado, este se obtuvo pasando el cepillo en sentido transversal a la vía; éste tiene una longitud de 80 cm y sus dientes cuentan con un ancho de 3mm el cual deja una huella sobre el concreto con una profundidad de 3 a 6 mm aproximadamente, esto es lo establecido por el artículo 500 del INVIAS.



*Ilustración 33 Micro texturizado*

FUENTE: PROPIA



*Ilustración 34 Macro Texturizado*

FUENTE: PROPIA

En el transcurso de esta actividad, se realizaban cilindros de concreto dos veces por semana, estos se enumeraban y se llevaba un control de toma de cilindros en donde se anotaba el punto de referencia o la abscisa de donde era sacado el concreto y la fecha en que se tomaba para saber cuándo cumplían los 28 días de curados para ser enviados al laboratorio.



Ilustración 35 Cilindros de Concreto

FUENTE: PROPIA

Los resultados obtenidos por el laboratorio se registraban en la hoja de control de resultados de ensayos, mostrándonos que todos los cilindros fallados cumplieron con el criterio mínimo de resistencia establecido por la norma INV E-410. NTC 673

CONTROL DE RESULTADOS DE ENSAYOS							
PROYECTO:		MEJORAMIENTO VIAS SORACA			FECHA: 2020		
N°	ITEM	DESCRIPCIÓN (1)	ENSAYO (2)	NORMA (3)	CRITERIO (4)	RESULTADO (5)	CUMPLE? (6)
	Sob base granular	Densidad sobbase granular de P.R. 0+000 a P.R. +950	Densidad como y arena	INV 6-161	>95%	111%	SI
	Sob base granular	Materia de sob base granular de color café y forma angular	Compactación Proctor-Modificado	INV E-142-13		1.878 kg/m <sup>3</sup>	SI
	Sob base granular		Desgaste en la máquina de los Arpes	INV E-203-17 E-219-13	≤ 50%	27.5%	SI
	Acero de Refuerzo		Barros para refuerzo	NTC 2284	>550 MPa	618.15	SI
	Acero de Refuerzo	Alambre Tretejado, Negro		NTC 110-2019	<450 MPa	368.42	SI
	Gravilla			INV E-125-13	≥ 25%	4=17.5%	SI
1	Concreto	Cilindro placa Hoella P.R. 0+324A	Resistencia a la compresión	INV E-410 NTC 673	≥ 23000 PSI	4.270 PSI	SI
2	Concreto	Placa Hoella Cilindro P.R. 0+318A	Resistencia a la compresión	INV E-410 NTC 673	≥ 3000 PSI	4.020 PSI	SI
3	Concreto	Placa Hoella Cilindro P.R. 0+312A	Resistencia a la compresión	INV E-410 NTC 673	≥ 3000 PSI	4.336 PSI	SI
4	Concreto	Placa Hoella Cilindro P.R. 0+300A	Resistencia a la compresión	INV E-410 NTC 673	≥ 3000 PSI	4.475 PSI	SI
5	Concreto	Placa Hoella Cilindro P.R. 0+290	Resistencia a la compresión	INV E-410 NTC 673	≥ 3000 PSI	4.552 PSI	SI
6	Concreto	Placa Hoella Cilindro P.R. 0+280	Resistencia a la compresión	INV E-410 NTC 673	≥ 3000 PSI	4.409 PSI	SI

Ilustración 36 Resultados de Laboratorio

FUENTE: PROPIA

## 7.6 Cuneta y Bordillo

Para el desarrollo de esta actividad se hace acompañamiento en las diferentes tareas a realizar.

Lo primero que se realiza es la demarcación del ancho de cuneta y bordillo mediante el cimbrado del terreno.

A medida que se va avanzando con la excavación para cuneta y bordillo se verificaba que se cumplieran con las medidas establecidas y se iba avanzando con el acero de refuerzo correspondiente para cada uno.



*Ilustración 37 Excavación Cuneta y bordillo*

FUENTE: PROPIA

El acero longitudinal de refuerzo para la cuneta era de 3 varillas #4, las cuales estaban ubicadas cada 0.10m y su acero transversal consistía en varillas #2 cada 0.30m de 0.20m de longitud. El acero longitudinal del bordillo consistía en 2 Varillas #4 ubicadas a 0.40m de distancia con flejes en S cada 0.15m.





*Ilustración 40 Fundida de Cuneta y bordillo*

FUENTE: PROPIA

### **7.6.1 Entradas**

A Lo largo de la vía se encuentran diferentes entradas para los lotes y casas que se encuentran sobre la vía, estas entradas varían desde los 4 metros hasta los 6 metros dependiendo el uso del lote o casa, y su ancho desde el borde de la placa huella es de 1metro.

El acero longitudinal de refuerzo que se utilizo es de 6 varillas #4 y sus flejes son #2 cada 30 cm con 20 cm de longitud.

A lo largo de la placa huella se encuentran 22 entradas distribuidas en ambos lados de la vía, estas están especificadas en el anexo 1.



*Ilustración 41 Acero de Refuerzo y Fundida de entradas*

FUENTE: PROPIA

## 7.7 Piedra Pegada

Luego de tener fundidas las placas, se procede a poner la piedra pegada o ciclópeo, para esta actividad se verifica que se cumplan las secciones de 0.45 m o de 0.90 m, según el tipo de curva.

Para la colocación de la piedra pegada se verifica que en la realización de la mezcla no se usara un agregado grueso o gravilla, ya que la roca que se usaba se ponía en el lugar donde tenía que estar ubicada.



*Ilustración 42 Ciclópeo*

FUENTE: PROPIA

## 7.8 Realización de Bitácora

Desde que se inicia con la obra se debía diligenciar un libro a diario, en donde se anotaban todos los aspectos que se tenían en cuenta en la obra, entre estos aspectos estaban: la fecha, las actividades diarias que se realizaban, las horas trabajadas, el clima con el que se contaba, los materiales que se recibían, los implementos que se entregaban a los trabajadores, la cantidad de personal con el que se contaba, las observaciones que se realizaban a diario, la maquinaria en obra y el diseño de lo que se realizaba en el día.

Como pasante se debe diligenciar a diario la bitácora y para esto es necesario estar muy pendiente de lo que se hacía a diario, anotando en un cuaderno todas las actividades que se realizaban para luego pasarlas a la bitácora, también se hacía uso de las hojas

de control de trabajadores y control de llegada de materiales, las cuales se sacaban de la oficina para diligenciarlas en cualquier momento del día en que fuera necesario.

Esta bitácora era de gran importancia ya que el ingeniero contratista o el interventor podrían estar al día con las labores realizadas durante el día, o semana, sin perder ningún tipo de detalle.

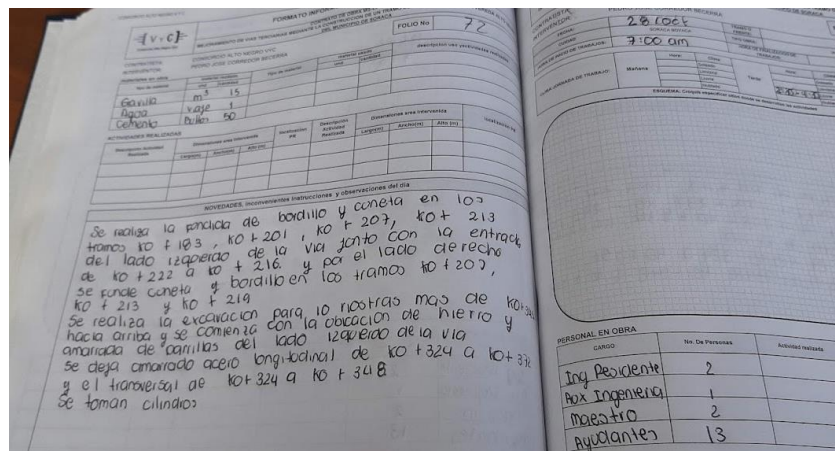
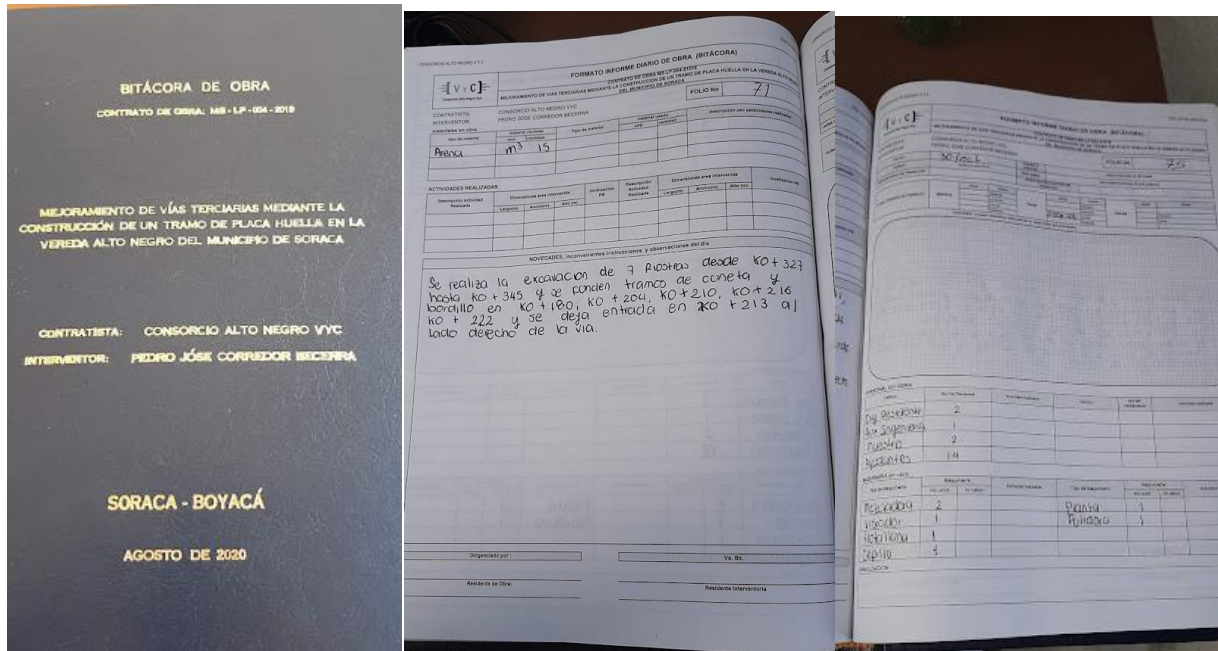


Ilustración 43 Bitácora de Obra

FUENTE: PROPIA

## 8. APORTES

En el desarrollo de este trabajo, pude realizar diferentes aportes como lo fueron:

1. Realización de la bitácora de obra la cual fue entregada y supervisada por el ingeniero contratista Carlos Iban González.
2. Por petición del ingeniero Contratista se realiza el plano de la vía, con sus respectivas secciones y despiece correspondiente de cada una de sus partes, el cual se puede evidenciar en el anexo 1
3. Se realizó una memoria de cálculo en donde se especifica la cantidad de acero y el volumen de concreto usado en toda la vía, la cual se encuentra en un Excel llamado Cantidades (Anexo 2)
4. Se realizó el despiece de las riostras y de las placas, el cual fue entregado a los trabajadores en el momento de realizar diferentes tareas.
5. Se realizó la demarcación de ejes y riostras junto con los trabajadores.
6. Se usaron los conocimientos adquiridos en diferentes materias, tales como suelos, estructuras y dibujo técnico para el desarrollo y construcción de la placa huella.
7. Se recibieron tutorías y acompañamiento constante por parte del ingeniero contratista durante el desarrollo del proyecto, lo cual ayudó a fortalecer conocimientos y a resolver inquietudes que surgían en el desarrollo de las diferentes actividades realizadas.

## **9. IMPACTO DEL TRABAJO REALIZADO.**

Al realizar el acompañamiento diario en la obra, se desarrollan tareas y actividades que para nosotros son nuevas y se va ganando conocimientos y experiencia, esto ayuda a solucionar dudas a los trabajadores e incluso al ingeniero contratista e interventor, ya que se genera un impacto tanto social como personal por que se asegura que la placa huella quede construida de la mejor manera para darle una mejor calidad de vida a los habitantes aledaños a la placa huella , también se incrementa la fuerza laboral sin aumentar gastos en la nómina, lo cual es bueno para la empresa ya que a los pasantes más que ganar un sueldo nos interesa es aprender y solucionar nuestras dudas y así tener la confianza de poder desarrollar un mejor papel al ser profesional.

## **10. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que los pasantes estén en la obra a diario, para así no perderse de ningún detalle en el momento de la construcción y de esta manera tener sentido de pertenencia con la obra en la cual se encuentran laborando, para así asumir las responsabilidades y apoyar de manera constante a sus supervisores.

A la empresa se le recomienda tener más incentivos con sus pasantes y tenerlos en cuenta para diferentes tareas que ellos podrían realizar, también que realicen comités de obra o reuniones donde identifiquen las falencias de los pasantes para así poder corregirlas.

A la universidad se le recomienda realizar de manera más frecuente visitas a obra, para así poder combinar de la mejor manera los conocimientos teóricos con los prácticos para no llegar a tener falencias en el momento de estar en obra.

## **11. CONCLUSIONES**

En el trabajo realizado en la construcción de un tramo de placa huella en la vereda de Alto negro, se pone en práctica algunas cosas aprendidas en la carrera como lo fueron: Levantamientos topográficos, lectura de planos, la realización de muestras de concreto para luego ser fallados en los laboratorios, las cantidades de obra y el manejo de diferentes software, las cuales nos ayudan a refrescar y a brindar nuevos conocimientos, ayudándonos a tomar decisiones propias y a justificar diferentes etapas y/o tareas en el momento de estar en obra, esto nos ayuda a formarnos más como profesionales y como personas, ya que uno aprende a tratar con diferentes tipos de personas y crea diferentes lazos de trabajo con cada una de las personas.

En conclusión, la experiencia como pasante nos ayuda a tener nuevos conocimientos y mejores relaciones interpersonales, también nos ayuda a identificar las falencias académicas y laborales, ya que no logramos tener conocimiento de todo lo que se realiza en una obra, también nos ayuda a definir nuestra línea de trabajo y saber qué es lo que realmente nos gusta o a lo que nos vamos a querer dedicar por el resto de nuestra vida.

## 12. BIBLIOGRAFIA

COLOMBIANA, N. T. (s.f.). *ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDROS DE CONCRETO* . NTC.

*GEOTECNIA FACIL* . (s.f.). Obtenido de <https://geotecniafacil.com/cono-de-arena-ensayo/>

INVIAS. (2015). *GUIA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLA* .

LAURA OEÑARANDA, R. R. (2019). *GESTION PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS MEDIANTE EL USO DE PLACA HUELLA EN EL SECTOR CORREGIMIENTO SOLEDAD CASCO URBANO CONVENCION*. SANTANDER: UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA .

PLANEACION, D. N. (2016). *MEJORAMIENTO DE VIAS TERCEROS MEDIANTE EL USO DE PLACA HUELLA* . BOGOTA.

## **13. ANEXOS**

### **12.1 Anexo 1**

Plano de la vía con su despiece y sus secciones

### **12.2 Anexo 2**

Cantidades de obra