CONSORCIO GI INGENIERIAS
901596589-1

GOBERNACIÓN DEL TOLIMA

el Tolima nos une

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y HABITAT GOBERNACION DEL TOLIMA

CONTRATO DE CONSULTORIA N° 2152 DEL 27 DE MAYO DE 2022

"CONSULTORIA TECNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE HONDA-DEPARTAMENTO DEL TOLIMA".

INFORME ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

CONSORCIO GI INGENIERIAS

IBAGUE, TOLIMA
2023

CRA 4 No 42-73 B/Casa Club
ghfingenierias@gmail.com
Tel. 3124758059

1 TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1 TABLA DE CONTENIDO 2
2 GENERALIDADES 5
2.1 INTRODUCCIÓN 5
2.2 OBJETIVOS 5
2.2.1 OBJETIVO GENERAL 5
3 GEOLOGÍA 6
3.1 GEOLOGÍA GENERAL 6
4 ESTRUCTURA DEL ESTUDIO 8
4.1 CONDICIONES ACTUALES DEL TERRENO 9
4.2 RESUMEN DE LAS EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS 10
4.3 RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO 11
4.4 INFORMACIÓN IDEAM - ANÁLISIS HIDROLÓGICO 12
5 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO 14
5.1 ANÁLISIS DE TRANSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO Y DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO 14
5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE 17
5.3 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO 18
5.3.1 Metodología Invias. 18
5.3.2 Metodología AASHTO 93 21
5.3.3 Metodología PCA 84 25
5.3.4 Diseño de juntas 28
5.3.5 Selladores de juntas 31
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34
7 ANEXOS 41
7.1 ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO 41
8 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS EXPLORACIONES MECÁNICAS 0
9 ENSAYOS DE LABORATORIO 2
10 UBICACIÓN PERFORACIONES 10

LISTA DE GRAFICAS

GRAFICA: 1.	PLANCHA 264 IBAGUÉ - INGEOMINAS	6
GRAFICA: 2.	GEOLOGÍA LOCAL HONDA	7
GRAFICA: 3.	UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	8
GRAFICA: 4.	UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	8
GRAFICA: 5.	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA VÍA	9
GRAFICA: 6.	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	11
GRAFICA: 7.	HISTOGRAMA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL NATAIMA	12
GRAFICA: 8.	GRÁFICA 12. IDF ADOPTADA BAJO UN PUNTO DE VISTA CONSERVADOR	13
GRAFICA: 9.	MÓDULO DE REACCIÓN DE SOPORTE	23
GRAFICA: 10.	FACTOR DE PERDIDA DE SOPORTE	23
GRAFICA: 11.	ESPESOR LOSA DE CONCRETO DE DISEÑO	27
GRAFICA: 12.	ESPESOR LOSA DE CONCRETO DE DISEÑO	28
GRAFICA: 13.	JUNTAS TRANSVERSALES	29
GRAFICA: 14.	JUNTAS LONGITUDINALES	29
GRAFICA: 15.	DETALLE DE SARDINEL Y LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO	29
GRAFICA: 16.	JUNTA DE EXPANSIÓN ENTRE EL PAVIMENTO EXISTENTE Y EL PAVIMENTO NUEVO CON VIGA INFERIOR	30
GRAFICA: 17.		30
GRAFICA: 18.	. JUNTAS A POZOS	30
GRAFICA: 19.	. ESPESOR DE DISEÑO FINAL	34

LISTA DE TABLAS

TABLA: 1. TIPO DE EXPLORACIONES DESARROLLADAS Y MUESTRAS OBTENIDAS 9
TABLA: 2. ENSAYOS REALIZADOS 9
TABLA: 3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO – EXPLORACIONES MANUALES 11
TABLA: 4. IDEMA-HONDA [23010080] 12
TABLA: 5. COMPOSICIÓN VEHICULAR 1/12/2021 14
TABLA: 6. . COMPOSICIÓN VEHICULAR 1/12/2021 14
TABLA: 7. TABLA 8 TPD. 14
TABLA: 8. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS DE ACUERDO A LA INFORMACIÓN PRESENTADA POR EL INGENIERO FELIX PULIDO 15
TABLA: 9. COMPOSICIÓN VEHICULAR PROYECTADA TPDA DE ACUERDO A LA INFORMACIÓN PRESENTADA POR EL INGENIERO FELIX PULIDO 16
TABLA: 10. RANGOS TÍPICOS DE EJES VEHICULARES PCA 17
TABLA: 11. . RESUMEN EXPLORACIONES TIPO APIQUE 17
TABLA: 12. . MEJORAMIENTO CON MATERIAL GRANULAR TIPO AFIRMADO 17
TABLA: 13. CATEGORÍA DE TRÁNSITO PARA LA SELECCIÓN DE ESPESORES. 18
TABLA: 14. CLASIFICACIÓN DE LA SUBRSANTE DE ACUERDO CON SU RESISTENCIA. 19
TABLA: 15. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE SOPORTE PARA EL PAVIMENTO DE CONCRETO. . 19
TABLA: 16. VALORES DE RESISTENCIAS A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MÓDULO DE ROTURA)19
TABLA: 17. DENOMINACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS Y CONFINAMIENTO LATERAL. 20
TABLA: 18. ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (CM) DE ACUERDO A LA COMBINACIÓN DE VARIABLES Y T0 COMO FACTOR PRINCIPAL. 20
TABLA: 19. DISTRIBUCIÓN E CONFIABILIDAD VS. ERROR ESTÁNDAR 22
TABLA: 20. . CORRELACIÓN DE DRENAJE 24
TABLA: 21. . COEFICIENTE DE DRENAJE 24
TABLA: 22. COEFICIENTE DE DRENAJE INVIAS 25
TABLA: 23. ANÁLISIS MÉTODO PCA 84 26
TABLA: 24. CANTIDADES APROXIMADAS 35

2 GENERALIDADES

2.1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe se presenta las memorias de diseño de la estructura de pavimento de la vía ubicada en la calle 31 entre carreras 12 y 14 del Municipio de Honda, Departamento del Tolima, se presentará una caracterización geológica general del sector contemplando la memoria explicativa de la plancha no. 244 – Ibagué y el Mapa geológico del Departamento del Tolima, adicionalmente se presenta un resumen de las exploraciones geotécnicas desarrolladas presentando un resumen por medio de tablas y cuadros que permiten el mejor entendimiento del perfil estratigráfico encontrado.

.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un informe geotécnico que garantice diseño de la estructura de pavimento de la vía desarrollada en la calle 31 entre carreras 12 y 14 del municipio de Honda, Departamento del Tolima.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Desarrollar una caracterización geológica general de la zona en la cual se presenta en la calle 31 entre carreras 12 y 14 del municipio de Honda, Departamento del Tolima.
- Realizar un trabajo de campo por medio de equipos de exploración geotécnica los cuales garanticen la obtención de muestras representativas para su respectiva caracterización física y mecánica.
- Presentar por medio de tablas resumen la caracterización física y mecánica desarrollada a las muestras extraídas en la exploración de campo.
- Para los periodos de diseño definidos dimensionar la estructura de pavimento rígido que cumpla con las solicitaciones finales del proyecto.

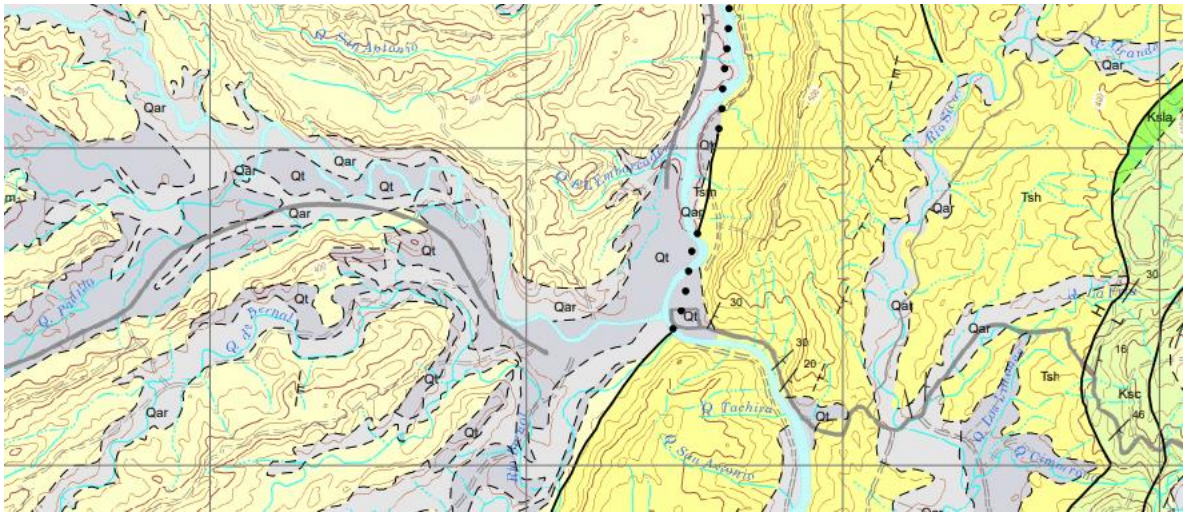
3 GEOLOGÍA

3.1 GEOLOGÍA GENERAL

Grupo Honda (NgH). Hettner (1892) utilizó el nombre de "Honda Sandstein" para denominar una secuencia cuya sección tipo, en concepto de Butler (1942), se encuentra en la Cordillera de San Antonio, al este Memoria Explicativa del Departamento del Tolima 43 A 225 m.s.n.m. fue el municipio con menor elevación visitado. Tiene una superficie de 310 km2 que alberga cerca de unos 34.781 habitantes (DANE, 2005). Las precipitaciones tienen un promedio de 2000 a 2500 mm/año y la temperatura media es de 27°C. El municipio de Honda limita al norte con el departamento de Caldas, al oriente con el margen izquierdo del río Magdalena (Departamento de Cundinamarca), al sur con el municipio de Armero-Guayabal y al occidente con el municipio de Mariquita (Alcaldía de Honda, 2012). Está a 137 km de Ibagué

Geológicamente el municipio se encuentra en la formación del Magdalena Medio. Está formado por conglomerados de cantos de cuarzo y rocas intrusivas y en menor grado areniscas y arcillosas de color gris y verde, cubriendo discordantemente rocas de los neises y anfibolitas de Tierradentro y el Batolito de Ibagué. Se pueden encontrar: Grupo Honda (TSH), formación de mesas (TSM), formaciones superficiales como terrazas aluviales (Qr), terrazas de formación guali (Qrg), aluviales recientes (Qal) y organales (QO) (Porta, 1996).

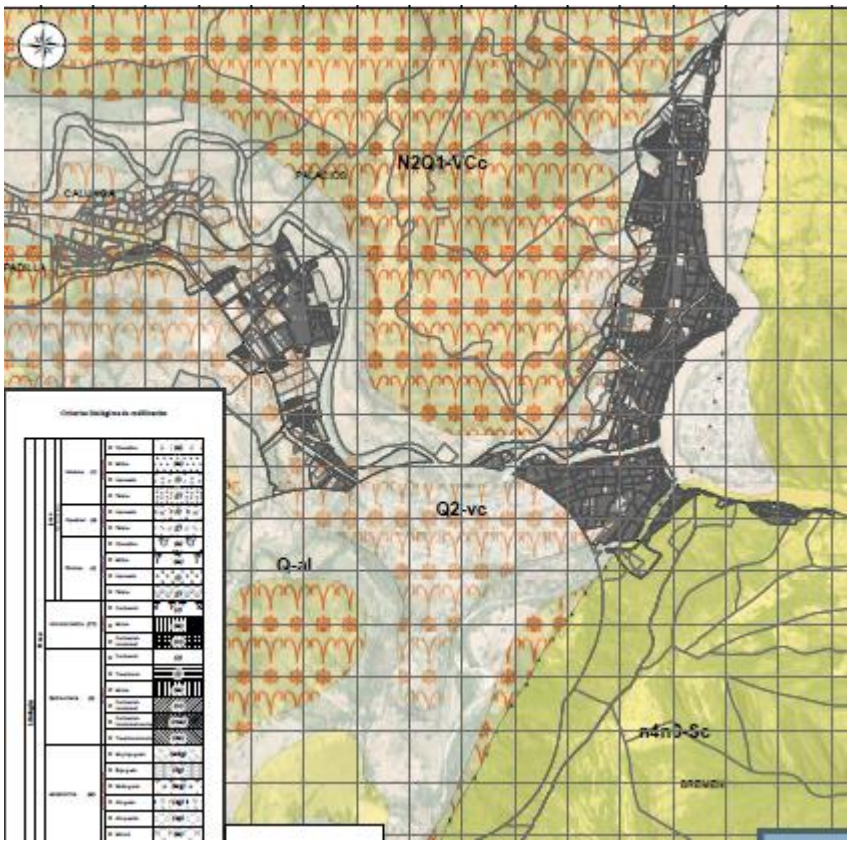
Grafica: 1. Plancha 264 Ibagué - INGEOMINAS



GEOLOGÍA LOCAL

Desde el punto de vista litilogico, se evidencia una formación específica para el sector donde se encuentra ubicado la cabecera municipal de honda es la formación Q2-VC correspondiente a flujos VolcanoClasticas constituidos por piroclastos y Epiclastos de composición andesíticas y Dacitica de edad del Holoceno, además al estar cerca del rio magdalena algunas franjas están constituidas de depósitos aluviales y de llanuras aluviales

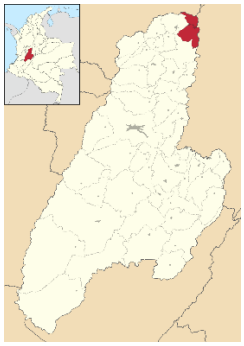
Grafica: 2. Geología Local Honda



4 ESTRUCTURA DEL ESTUDIO

En el siguiente informe se presenta un resumen de las condiciones geotécnicas y el diseño de la estructura de pavimento en la calle 31 entre carreras 12 y 14 del municipio de Honda, Departamento del Tolima.

Grafica: 3. Ubicación general del Proyecto



Fuente: Google Earth

Grafica: 4. Ubicación general del proyecto



CRA 4 No 42-73 B/Casa Club
ghfingenierias@gmail.com
Tel. 3124758059

De acuerdo a la solicitud transmitida por el Consorcio Inge Consultores 2021, se adelantan De acuerdo a la solicitud transmitida por el consorcio **Gi Ingenierías**, se adelantan un total de 2 exploraciones manuales con recobros de muestras inalteradas tipo CBR, para la calle 31 entre carreras 12 y 14 propuesta.

Cada una de las muestras recobradas fueron clasificadas según el método SUCS, por medio de ensayos de granulometría y límites de Atterberg, adicionalmente se determinó la humedad natural de la masa de suelo encontrándose con una plasticidad alta, de manera general se presentó un suelo limoso de alta plasticidad y consistencia rígida.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con las profundidades de las exploraciones geotécnicas desarrolladas y posteriormente los ensayos realizados y al tipo de muestras a las cuales se les ejecutaron.

Tabla: 1. Tipo de exploraciones desarrolladas y Muestras obtenidas

Tipo de exploración	*Profundidad Alcanzada (m)*	*Cantidad*	*Numero de Muestras*	*Tipo de Muestras*
Percusión y rotación	1.20	4	4	Inalteradas Molde CBR Alteradas tipo Bolsa

Tabla 1

Tabla: 2. Ensayos realizados

Ensayo de Laboratorio	*Norma Utilizada*	*Cantidad*	*Tipo de Muestras*
Humedad Natural	INVE 122	4	Remoldeadas
Limite Liquido y Plástico	INVE 125 - 126	4	Remoldeadas
Granulometría Lavado Tamiz No. 200	INVE 123	4	Remoldeadas
Relación de soporte del suelo en el laboratorio (CBR Inalterado)	INVE 148	4	Inalterada Molde de CBR

4.1 CONDICIONES ACTUALES DEL TERRENO

La vía explorada presenta una carpeta asfáltica deteriorada con una significativa perdida de áridos se pueden observar algunos baches en la estructura y se evidencia la exposición del material grueso de la mezcla asfáltica se reportan arenas finas sobre la capa de asfalto, se reporta un material granular no clasificado que varía significativamente en cada una de las vías, oscilando entre 0.10 a 0.20 cm y como material de subrasante presenta un suelo arenoso sin plasticidad de color gris oscuro, presenta humedad media baja, de manera general la subrasante caracterizada es profundamente heterogénea afectada por la topografía de la zona.

}

Grafica: 5. Registro fotográfico de la vía





4.2 RESUMEN DE LAS EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS

De acuerdo a la establecido en los manuales de diseño de pavimentos del INVIAS se

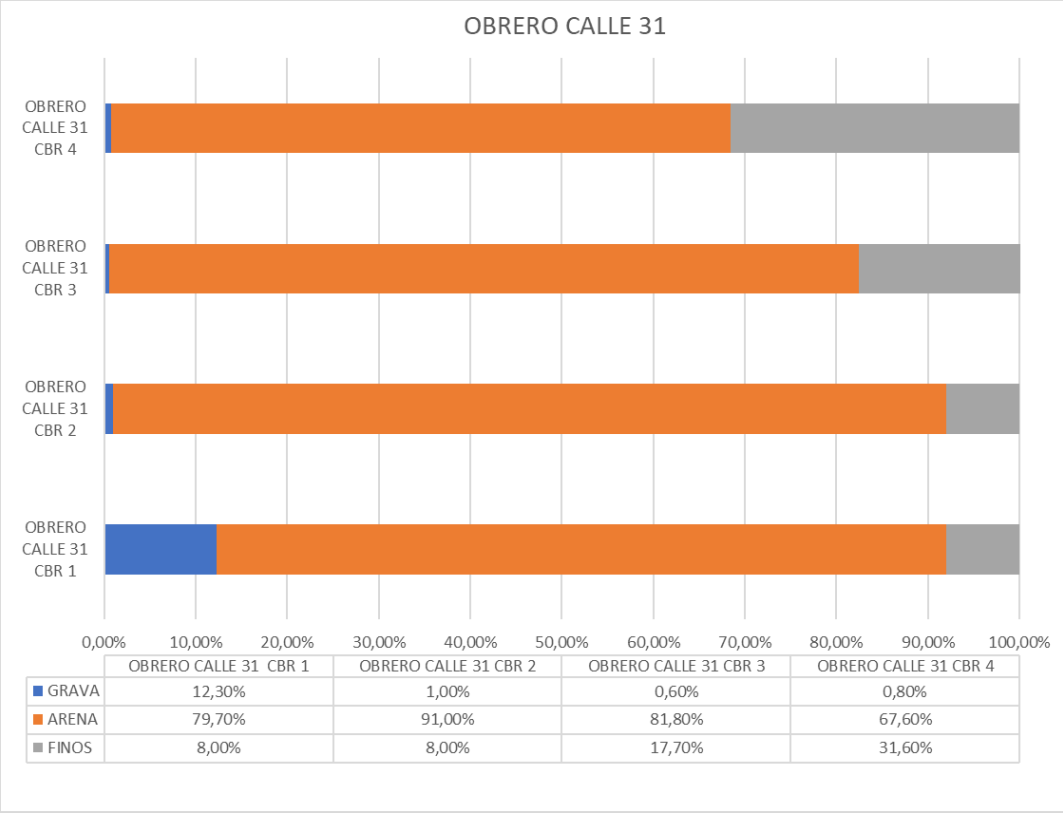
desarrollaron 2 exploraciones buscando caracterizar las condiciones del terreno donde se proyectan las intervenciones viales, las exploraciones permiten evidenciar arenoso susceptible al agua ya se pierde su material fino al estar al contacto con el agua.

En la tabla 3. Perfil Estratigráfico se presenta una tabla resumen de los ensayos realizados a las exploraciones geotécnicas adelantadas.

Tabla: 3. Perfil Estratigráfico – Exploraciones manuales

	COORDENADAS		W nat	Limite L	Indice de P	GRANULOMETRIA			SUCS	EXPANSION	CBR	
	N	O	(%)	(%)		GRAVA	ARENA	FINOS		(%)	0.1	0.2
OBRERO CALLE 31 CBR 1	5°13'14.96"N	74°44'3.39"O	8,62%	NL	NP	12,30%	79,70%	8,00%	SP-SM	-2,48	2,38%	2,48%
OBRERO CALLE 31 CBR 2	5°13'14.60"N	74°44'0.06"O	8,48%	NL	NP	1,00%	91,00%	8,00%	SP-SM	-2,98	2,98%	3,37%
OBRERO CALLE 31 CBR 3	5°13'15.28"N	74°44'1.89"O	18,34%	NL	NP	0,60%	81,80%	17,70%	SP-SM	-1,88	2,47%	2,42%
OBRERO CALLE 31 CBR 4	5°13'14.25"N	74°44'1.90"O	10,35%	NL	NP	0,80%	67,60%	31,60%	SP-SM	-2,08	2,13%	1,96%

Grafica: 6. Distribución Granulométrica



4.3 RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En la zona donde realizaron los apiques de exploración presenta carpeta asfáltica de espesor máximo entre 0.05m y 0.10m Teniendo en cuenta que se evidencia material arenoso sobre la

carpeta asfaltica, posteriormente se encuentra un material granular no clasificado de color café amarillo oscuro con presencia abundante de gravas por último tenemos la subrasante que posee una matriz arenosa sin plasticidad de color gris oscuro con humedad baja.

4.4 INFORMACIÓN IDEAM - ANÁLISIS HIDROLÓGICO

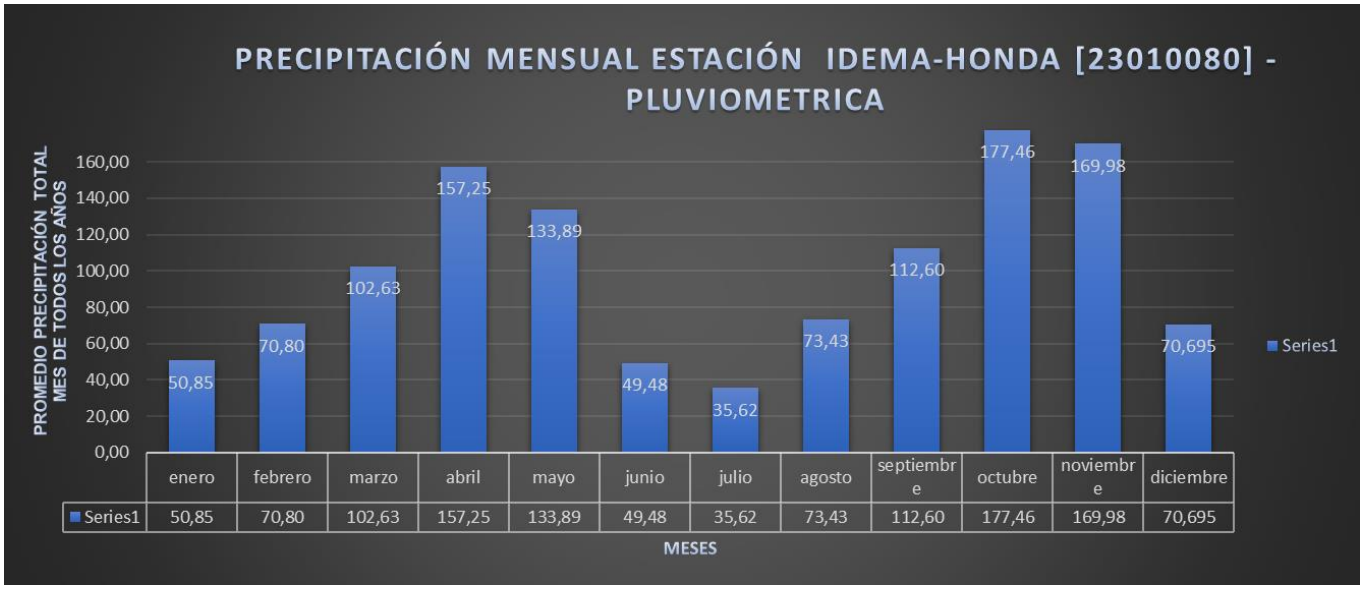
A partir de la información a la cual se puede acceder en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, se determinan las estaciones hidrometeorológicas en la zona del estudio y se procede a recopilar en la totalidad la información de dichas estaciones, las cuales debido a su proximidad con el área de estudio tienen mediciones que pueden ser representativa para llevar a cabo un análisis hidrológico. Del análisis de tal información se puede determinar que los datos de dichas estaciones se encuentran completos y cuentan con unas adecuadas series temporales, lo cual hace que se tenga un mejor ajuste de los datos.

Como variable de entrada dentro del análisis se presenta la memoria de cálculo de la estacione IDEMA-HONDA [23010080].

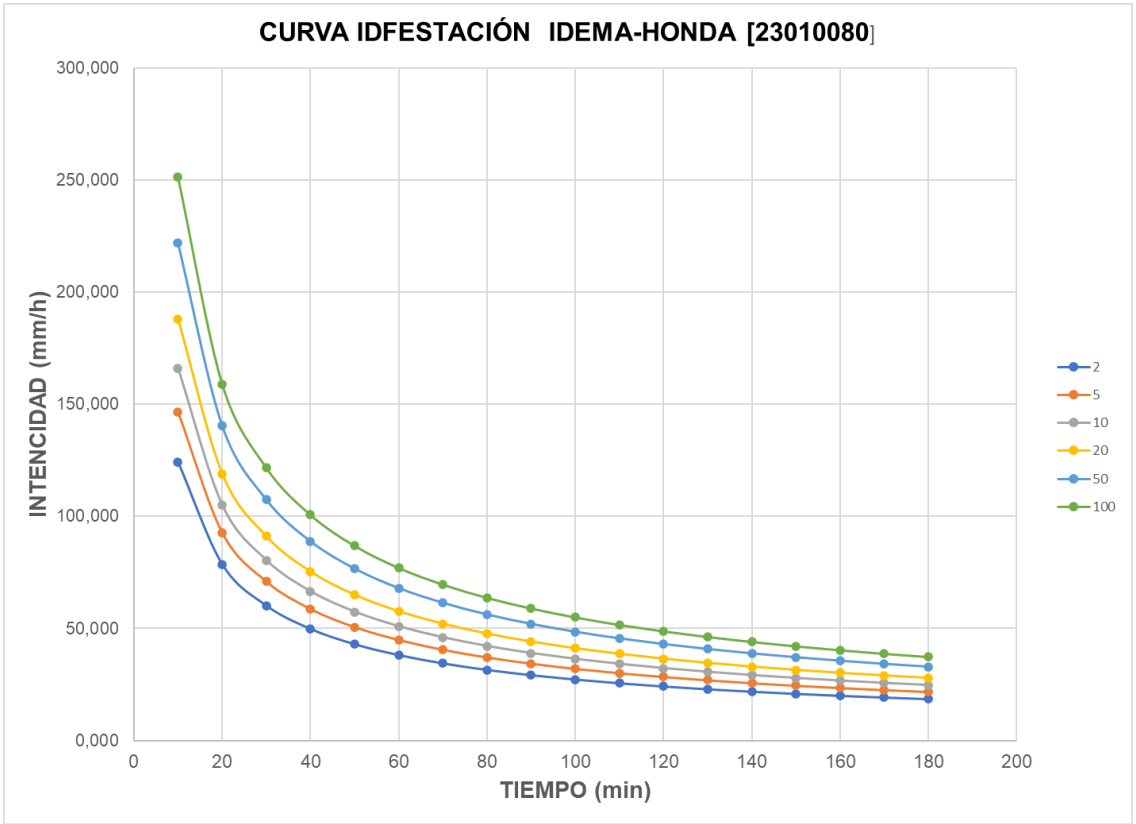
Tabla: 4. IDEMA-HONDA [23010080]

PRECIPITACIÓN MENSUAL ESTACIÓN IDEMA-HONDA [23010080] - PLUVIOMETRICA												
Latitud					Longitud				Altitud			
5,201416667					-74,74958333				2508			
año/mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
2000	25	100	89	137	172	114	60,3	22	124	227	134	105
2001	60	30	191	33	152	0	28	0	133			
2002					114,5	2	30	70,2	143,6	105	42,9	193,7
2003	16,2	88,3	55,6	255,4	43,3	49,3	12,5	104,6	157,1	194,7	291,3	88,1
2004	2,3	51,4	25,6	293,7	230,4	21,6	115,9	26,7	164,1	267,8	165,7	7,4
2005	151,8	76,1	57	136,6	201,3	40,7	100,2	52,1	155,3	328,6	179,1	48,8
2006	23,2	36,5	161,2	236,4	164	31,8	18,4	103,9	84,9	114,7	76,9	7,1
2007	65,8	0	157,6	222,7	141,9	20	44,2	135,2	54,6	334,3	177,7	97,9
2008	78,2	105,9	51,7	128,6	223,9	50,6	60,1	195,5	61,7	180	339,5	88
2009	44,8	84,6	202	165,3	46,5	67,9	0	40,7	35,1	122,7	140,9	5,2
2010	30,5	14,4	104,8	196,7	249	94,8	98	73,5	156,5	91,3	327,5	50,4
2011	28,2	85,3	91,2	250,6	96,9	180,2	47,3	102	85,1	190,2	174,1	204
2012	69,1	58,6	45,5	144,3	14,9	23,1	0	40	13,4	95,4	23,6	15,4
2013	35,5	55,9	56,2	79,4	188,5	30,9	4,8	98,1	152,6	133,8	154,4	44,8
2014	65,1	76,8	35,9		91,3	22,2	15,6	13,5	103,9	245,3	170,1	90,2
2015	103,9	54,2	93,4	148,1	40,6	8,3	17	0	71	54,4	90,9	
2016	2	82,1	61,2	112,1	133	26,5	9,1	22,6	171,3	150,5	192,5	48,8
2017	36,3	45	188,6	152,4	356,8	60,7	24	173,8	126,1	288,5	283,4	34,1
2018	43	0,8	87,7	95,6	282,7	29	33,6	0	0	0	0	100
2019	77	185	139	125	37	21	28	5	87	173	145	39
2020	32	133	28	15	47	127	33	103	52		203	138
2021			173	41	22	35	25	225	162	259	207	98
2022	52	152	149	313	68	146	39	30	307	220	184	15

Grafica: 7. Histograma Precipitación Media Anual Nataima



Grafica: 8. Gráfica 12. IDF adoptada bajo un punto de vista conservador



5 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

5.1 ANÁLISIS DE TRANSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO Y DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO

Introducción

A continuación, se presenta el resumen del análisis desarrollado por el Ingeniero Félix Pulido para determinar el tránsito de diseño de la estructura de pavimento rígido proyectada. Donde se cuantifica del número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas (N) que circulará por el carril de diseño durante el período de diseño.

Componentes del Transito

Igualmente, los conteos vehiculares fueron desarrollados por el consorcio Inge consultores 2021 a continuación se presenta una tabla resumen de los conteos desarrollados.

Tabla: 5. Composición vehicular 1/12/2021

COMPOSICION VEHICULAR DURANTE LA TOMA DE INFORMACION										
PERIODO		MOTOCICLETAS	A - AUTOMOVILES CAMIONETAS Y MICROBUSES	B - BUSES Y BUSETAS	C2P - CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	C2G - CAMIÓN DE 2 EJES GRANDE	C34 - CAMIÓN DE 3 EJES y 4 EJES	C5- CAMIÓN DE 5 EJES	> C5 - CAMIONES DE MÁS DE 5 EJES	TD
6:00:00	20:00:00	7	6	0	3	0	0	0	0	16
COMPOSICION (%)		43,75%	37,50%	0,00%	18,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Tabla: 6. . Composición vehicular 1/12/2021

COMPOSICION VEHICULAR DURANTE LA TOMA DE INFORMACION										
PERIODO		MOTOCICLETAS	A - AUTOMOVILES CAMIONETAS Y MICROBUSES	B - BUSES Y BUSETAS	C2P - CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	C2G - CAMIÓN DE 2 EJES GRANDE	C34 - CAMIÓN DE 3 EJES y 4 EJES	C5- CAMIÓN DE 5 EJES	> C5 - CAMIONES DE MÁS DE 5 EJES	TD
6:00:00	20:00:00	38	43	0	0	0	0	0	0	81
COMPOSICION (%)		46,91%	53,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

La composición vehicular escogida corresponde al del día martes ya que posee la mejor representación del desarrollo típico de las vías intermunicipales en la mayoría de los días laborales.

Obtención TPD

El tránsito promedio diario es una de las variables fundamentales para la determinación del número de ejes equivalentes que solicitarán el pavimento. Para estimar este valor se tomó la información de los conteos realizados durante una semana, a continuación, se presentan los TPDS para la vía analizada.

Tabla: 7. Tabla 8 TPD.

TPD - PROYECTADO									MIXTOS
AÑO	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	
2023	23	23	0	0	0	0	0	0	46
2024	24	24	0	0	0	0	0	0	48
2025	25	25	0	0	0	0	0	0	50
2026	26	26	0	0	0	0	0	0	52
2027	27	27	0	0	0	0	0	0	54
2028	28	28	0	0	0	0	0	0	56
2029	29	29	0	0	0	0	0	0	58
2030	30	30	0	0	0	0	0	0	60
2031	31	31	0	0	0	0	0	0	62
2032	32	32	0	0	0	0	0	0	64
2033	33	33	0	0	0	0	0	0	66
2034	34	34	0	0	0	0	0	0	68
2035	35	35	0	0	0	0	0	0	70
2036	36	36	0	0	0	0	0	0	72
2037	37	37	0	0	0	0	0	0	74
2038	38	38	0	0	0	0	0	0	76
2039	39	39	0	0	0	0	0	0	78
2040	40	40	0	0	0	0	0	0	80
2041	41	41	0	0	0	0	0	0	82
2042	42	42	0	0	0	0	0	0	84
2043	43	43	0	0	0	0	0	0	86

Uno de los entregables proyectados por el ingeniero Félix es el número de ejes equivalentes a continuación se presenta el valor presentado por el y el valor finalmente adoptado por esta consultoría.

Tabla: 8. Numero de ejes equivalentes acumulados de acuerdo a la información presentada por el Ingeniero Felix Pulido

EJES EQUIVALENTES DE 80 KN - ACUMULADOS								MIXTOS
MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Para el cálculo desarrollado por el método de INVIAS se debe establecer los ejes equivalentes que han de pasar por el carril de diseño durante el periodo de diseño en un año, Es por esto que se complementó la tabla en la parte inferior, con los ejes equivalentes de 80 KN multiplicado por los 365 días del año.

Para el cálculo desarrollado por el método de la PCA 84 se debe establecer la composición vehicular final proyectada a continuación se presenta el valor presentado por el Ingeniero Felix Pulido.

Tabla: 9. Composición vehicular proyectada TPDA de acuerdo a la información presentada por el Ingeniero Felix Pulido

EJES EQUIVALENTES DE 80 KN									
fd	0	0	1	1,01	2,72	3,72	4,88	5,23	MIXTOS
AÑO	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	
2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2024	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2025	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2026	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2027	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2028	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2029	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2030	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2031	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2033	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2034	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2035	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2036	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2037	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2038	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2039	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2040	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2041	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2042	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2043	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Debido a que el transito presente no arrojo el tránsito por la zona de vehículos comerciales se recomienda adoptar un valor conservador ajustado a las características típicas de la zona.

Tabla: 10. Rangos típicos de ejes vehiculares PCA

Curva de Transito	Descripción de uso de cada Pavimento	Ejes Estándar Equivalentes en 20 años de servicio
T5	Patios, Terrazas, veredas peatonales y pabellones de exposición	0
T4	Entradas en conjuntos habitacionales, Estacionamientos (Solo Autos), calles o pasajes residenciales con menos de 15 vehículos comerciales al día.	0 – 4.5 x 10^4
T3	Vías Locales, calles residenciales (15 a 50 Veh.com./día) Estaciones de Servicio y Estacionamientos comerciales	4.5 x 10^4 – 1.4 x 10^5
T2	Vías Colectoras (50 a 150 veh. Com./día) Terminales de Buses	1.4 x 10^5 – 4.5 x 10^5
T1	Vías Principales (150 a 500 veh. Com. /día)	4.5 x 10^5 – 1.4 x 10^6
T0	Vías intercomunales importantes, avenidas (500 a 1500 veh. Com. /día)	1.4 x 10^6 – 4.5 x 10^6
Periodo de diseño de 20 años		

Bajo esta condición y las tablas propuestas por la PCA es posible definir un total de 45.000 ejes equivalentes.

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE

En la tabla a continuación se presenta un resumen de los ensayos realizados a las exploraciones geotécnicas adelantadas, la clasificación general del terreno no cambio de forma significativa, sin embargo, los espesores de mantos superficiales de baja resistencia con expresiones orgánicas si presento una variación significativa.

Tabla: 11. . Resumen exploraciones tipo Apique

	COORDENADAS		W nat	Limite L	Indice de P	GRANULOMETRIA			SUCS	EXPANSION	CBR	
	N	O	(%)	(%)		GRAVA	ARENA	FINOS		(%)	0.1	0.2
OBRERO CALLE 31 CBR 1	5°13'14.96"N	74°44'3.39"O	8,62%	NL	NP	12,30%	79,70%	8,00%	SP-SM	-2,48	2,38%	2,48%
OBRERO CALLE 31 CBR 2	5°13'14.60"N	74°44'0.06"O	8,48%	NL	NP	1,00%	91,00%	8,00%	SP-SM	-2,98	2,98%	3,37%
OBRERO CALLE 31 CBR 3	5°13'15.28"N	74°44'1.89"O	18,34%	NL	NP	0,60%	81,80%	17,70%	SP-SM	-1,88	2,47%	2,42%
OBRERO CALLE 31 CBR 4	5°13'14.25"N	74°44'1.90"O	10,35%	NL	NP	0,80%	67,60%	31,60%	SP-SM	-2,08	2,13%	1,96%

De acuerdo con los resultados arrojados en los estudios de suelos, se aprecia que el valor del CBR en el apique 1 se encuentra por debajo del mínimo admisible (3%), es por esto que se propone mejoramiento de la subrsante a continuación.

$$CBR_{Inicial} = 1.96\%$$

Tabla: 12. . Mejoramiento con material granular tipo afirmado

Mejoramiento con material tipo afirmado		
CBR (srte)		1,96
CBR (gran)		15
Espesor Gran	h	25 cm
Relacion	n	1,79
Radio Carga	a	15 cm
E (srte)		210,19 kg/cm2
E (gran)		898,82 kg/cm2
E (equiv)		459,10 kg/cm2
CBR (equiv)		**5,85**

$$E_{Equiv} = \frac{E_{Srte}}{1 - \frac{2}{\pi}(1 - \frac{1}{n^{3.5}})tan^{-1}(n\ \frac{h_{Gran}}{2a})}$$

$$CBR\ _{Diseño} = 5.85\%$$

5.3 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

5.3.1 Metodología Invias.

La Asociación Internacional Permanente de Congresos de Rutas -AIPCR- desarrolló en los años 1980 una guía para seleccionar el tipo de pavimento según las condiciones bajo las cuales se desea construir. Esa guía se actualiza permanentemente y en el año 2005 se hizo la última actualización; el primer paso para el dimensionamiento del pavimento rígido es establecer la categoría de la vía.

Tabla: 13. Categoría de tránsito para la selección de espesores.

Categoría	Tipo de vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2t
To	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1´000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1´000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP–MC–CC)	501 a 1.000	1´500.000 a 5´000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP–MC–CC)	1.001 a 2.500	5´000.000 a 9´000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP–MC–CC)	2.501 a 5000	9´000.000 a 17´000.000

T5	(Vp) – (A) – (AP–MC–CC)	5.001 a 10.000	17´000.000 a 25´000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP–MC–CC)	Más de 10.001	25´000.000 a 100´000.000

Según los ejes acumulados de 8.2 toneladas de la Carrera 8 con carrera 3 este y 3A este ubicada en el barrio el recreo, esta vía se categoriza como tipo T0.

Subrsante: Para el diseño del pavimento debemos categoriza la subrasante dependiendo del valor del CBR escogido, en el caso de este tramo fue del 5.83%, corresponde a la clase S3.

Tabla: 14. Clasificación de la subrsante de acuerdo con su resistencia.

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo Resiliente (Kg/cm^2)
S1	<2	<200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 – 10	500 – 1.000
S4	20 – 10	1.000 – 2.000
S5	>20	>2.000

Material de soporte para el pavimento de concreto: En este caso todas las vías del proyecto, el pavimento estará apoyado sobre un pase granular es por esto que para la siguiente tabla adoptamos la denominación de BG.

Tabla: 15. Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto.

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

Características del concreto para pavimentos. Para esta tabla se escoge la cualidad flexotracción del concreto que se mide a través del ensayo Resistencia a flexión del concreto; se diseñara el concreto con una resistencia a la flexotracción de 42 kg/cm^2 que corresponde a la descripción MR3

Tabla: 16. Valores de resistencias a la flexotracción del concreto (módulo de rotura)

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm^2)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Transferencia de cargas entre losas y confinamiento lateral: Existen dos factores que influyen en la determinación del espesor de las losas de concreto y son la presencia de pasadores de carga(dovelas) en las juntas transversales y los confinamientos laterales del pavimento, como son las bermas, bordillos y los andenes, para este proyecto el pavimento rígido tendrá las dovelas y el confinamiento lateral.

Tabla: 17. Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral.

Denominación	Descripción.
D	Dovelas
B	Bermas
No D	No Dovelas
No B	No Bermas

Una vez se tienen todas las variables claras pasamos a escoger la tabla según el transito luego, entramos a la tabla con las otras variables las cuales son: el tipo de suelo (S), en este caso el pavimento tiene Dovelas (D) y bermas laterales (B), pasamos a los datos verticales el cual tenemos que el pavimento estará apoyado en una base granular (BG).

Tabla: 18. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo a la combinación de variables y T0 como factor principal.

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

		Tránsito T0																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1			24	28	23	27	23	27	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2			23	27	22	26	22	26	20	24	20	24	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3			23	26	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4			21	24	20	24	20	24	19	22	19	22	18	21	18	21	18	21	18	21
BG	MR1			23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR2			22	25	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR3			21	24	20	24	20	24	29	22	19	22	19	22	19	22	18	21	18	21
	MR4			20	23	19	23	19	23	28	21	18	21	18	21	18	21	17	20	18	20
BEC	MR1			20	23	19	22	19	22	18	21	18	21	18	20	18	20	17	20	17	20
	MR2			19	22	19	21	19	21	17	20	17	20	17	20	17	20	17	19	17	19
	MR3			18	21	18	21	18	21	17	19	17	19	16	19	17	19	16	19	17	19
	MR4			18	20	17	20	18	20	16	19	17	19	16	18	17	18	15	18	17	18

5.3.2 Metodología AASHTO 93

Es un método mecanicista el cual recopila la experiencia adquirida de los usuarios del método AASHTO – 72, en el cual se tienen nuevas consideraciones, tales como confiabilidad, Módulos de elasticidad de la subrasante y demás capas, el drenaje y efectos ambientales. Este método solo es aplicable para vías con transito superior a 0.05 x 106 ejes equivalentes de 8.2 Toneladas.

De forma empírica para el diseño de pavimentos rígidos se propone la siguiente formula:

$$(W_{18}) = Z_r S_0 + 7.35(D+1) - 0.06 + \frac{log\ log\left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right]}{1+\frac{1.64x10^{-7}}{(D+1)^{8.45}}} + (4.22 - 0.32Po)$$

$$log\ log \frac{\left[S`c\ Cd\ (D^{0.75} - 1.132)\right]}{\left[215.63J\left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}\right]\right]}$$

Para el adecuado dimensionamiento de la estructura de pavimento es necesario tener en cuenta las variables a analizar:

Comportamiento en el tiempo: Para este punto se tiene en cuenta el periodo de diseño de la estructura, tomándose como el tiempo que dura una estructura inicial de un pavimento antes de que requiera rehabilitación. También se refiere al lapso entre dos rehabilitaciones sucesivas.

Confiabilidad: Es la probabilidad de que una sección de pavimento, diseñada se comporte de forma satisfactoria bajo las condiciones de tránsito y clima previstas durante el periodo de diseño, esto busca incorporar algún grado de certidumbre al proceso de diseño.

Tabla 2 . *Factor de Confiabilidad Metodología AASHTO 93*

CLASIFICACIÓN	FACTOR DE CONFIABILIDAD	
	Urbano	Rural
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Otras Carreteras	80 - 99	75 – 95
Colectoras	80 - 95	75 – 95
Locales	50 - 80	50 – 80
Confiabilidad tomada		95

El error en la predicción del comportamiento desarrollado en los tramos de ensayo fue de 0.35 para los pavimentos rígidos.

Los valores de error estándar combinado de la predicción del tránsito y la predicción del comportamiento (Z_R).

Tabla: 19. Distribución e confiabilidad vs. Error Estándar

Confiabilidad R (%)	Error Estándar Z_R	Confiabilidad R (%)	Error Estándar Z_R
50	0.000	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.9	-3.090
92	-1.405	99.99	-3.750

El transito: El método se basa en el número de ejes equivalentes 18 Kips (8.2 Ton) en el carril de diseño.

Efectos Ambiente: El método tiene en cuenta los factores ambientales tales como cambios de temperatura y humedad, resaltando el efecto que estos producirían en la durabilidad y capacidad de resistir las cargas. Además, tiene en cuenta el efecto directo de la expansión de la subrasante.

Criterio de comportamiento: Es la capacidad que tiene una estructura de prestar un buen servicio al tránsito. Este se evalúa a través del índice de servicio presente (PSI), el cual varía de 0 a 5.

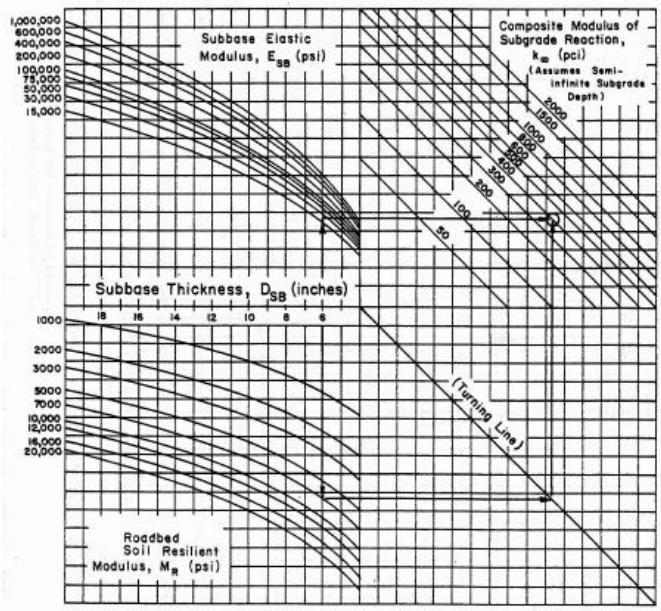
$$\Delta PSI = P_0 - P_1 = 4.50 - 2.00 = 2.50$$

Propiedades de los materiales: En esta metodología se utiliza como parámetro de resistencia el módulo resiliente MR de la subrasante, para efectos prácticos existe una relación entre CBR (Relación de Carga de California) y el MR.

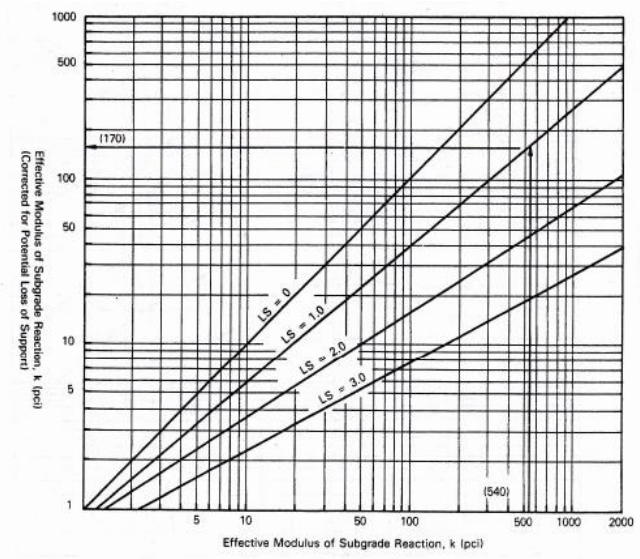
$$MR\ (psi) = 1500\ CBR$$

Expresión que se considera razonablemente aproximada para suelos finos con un CBR sumergido no mayor de 10. La caracterización de las diferentes capas de pavimento se efectúa a través de sus módulos de elasticidad. Para los materiales granulares se debe tener un módulo de reacción promedio de soporte considerando el aporte generado por materiales granulares.

Grafica: 9. Módulo de reacción de soporte



Grafica: 10. factor de Perdida de Soporte



Es necesario considerar el valor de pérdida de soporte por potencial de erosión que pueden presentar los materiales granulares.

Drenaje: El método no presenta consideraciones especiales para las estructuras de drenaje, pero los efectos los tiene en cuenta en términos de la influencia del agua tanto el material granular y la subrasante (potencial erosivo, perdida de resistencia).

La calidad del drenaje se mide mediante el tiempo de permanencia del agua en la estructura. Tabla 13.

Tabla: 20. . Correlación de Drenaje

Tiempo de Evacuación	Calidad del Drenaje
2 Horas	Excelente
1 Día	Bueno
1 Semana	Aceptable
1 Mes	Pobre
No drena	Muy Pobre

Los coeficientes de capa van afectados por los valores m_i, los valores m_i son una relación entre la calidad de drenaje y el tiempo en el año durante el cual se espera que el pavimento este normalmente expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación. Tabla 14.

Tabla: 21. . Coeficiente de Drenaje

Calidad de Drenaje	% de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximo a la saturación			
	<1%	1 – 5%	5 – 25%	>25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Aceptable	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40
Coeficiente de Drenaje (mi)			1.0	

Igualmente adoptando los criterios presentados en los manuales adoptados para Colombia se tiene en cuenta la precipitación media anual presentada en Gráfica 7. Histograma Precipitación Media Anual para poder estimar en mejor medida el Coeficiente de drenaje:

Tabla: 22. Coeficiente de Drenaje INVIAS

Precipitación mm/año	m_i
< 2000	1.00
2000 - 4000	0.90
> 4000	0.80

Módulo de Rotura: Una de las variables fundamentales dentro del diseño de la estructura de pavimento rígido, es la resistencia a la flexo – tracción del concreto variable de entrada que se pueda estimar por medio de los ensayos de resistencia de vigas de concreto normalizadas cargadas en el centro y en dos tercios de la luz. El módulo de rotura adoptado para el proyecto corresponde a una resistencia a la compresión de 4000 PSI considerando las solicitaciones del proyecto MR = 630PSI = 42 Kg/cm^2.

El análisis y cálculos de esta metodología estará presente en el ANEXO E

5.3.3 Metodología PCA 84

Esta metodología permite estimar las dimensiones de la estructura de pavimento por medio de dos conceptos fundamentales, las cuales por medio de metodologías racionales se estiman y definen el comportamiento general de la estructura de pavimento en su periodo de diseño frente a las solicitaciones establecidas o estimadas. Los dos conceptos fundamentales a tener en cuenta dentro de esta metodología son:

Fatiga: Evaluación del comportamiento del pavimento rígido frente a la acción de cargas repetitivas, condición que se encuentra influenciada por la resistencia a la flexo tracción del concreto y los sistemas de transferencia de cargas que se presentaran en el proyecto.

Erosión: Evaluación de comportamiento que permite controlar los efectos de la deformación en los bordes de la losa (fallas típicas de bombeo), permite controlar el desnivel de las losas y el deterioro de la berma.

Dentro de las variables de entrada para el diseño de pavimentos rígidos se presentan:

- Período de diseño: 20 años:
- Módulo de reacción de la subrasante. Se tomó en cuenta el CBR de diseño estimando un Mr=15.4 PCI con 15.0 cm de material granular seleccionado tipo Base, este valor es adoptado del análisis desarrollado por el método PCA 84.
- La mezcla a utilizar debe garantizar una resistencia a la flexión del concreto de MR = 4.5 MPa
- Factor de seguridad de carga, F.S.C = 1.0 – Vías Urbanas en las que se espere un vol. Moderado de transito
- Pavimento con bermas de concreto y con pasadores.

Tabla: 23. Análisis Método PCA 84

PCAcálculo

DISEÑO PARA PAVIMENTO RÍGIDO METODOLOGÍA PCA-84

Nombre del Proyecto:
Descripción:

Periodo de Diseño: 20 años
Espesor de Losa: 110.00 mm
Módulo de rotura (MR): 4.20 Mpa
Espesor de Subbase: 150.0 mm
Base tratada con Cemento: No
CBR de subrasante: si
Módulo de reacción (K): 51.45 Mpa/m
Factor de seguridad: 1.00
Unión con Dovelas: Si
Pavimento con Bermas: Si

EJES SIMPLES:

Carga por eje KN	Multiplicado por F.S	Expectativa de repeticiones	Análisis de fatiga Repeticiones admisibles	porcentaje de fatiga	Análisis de erosión Repeticiones admisibles	porcentaje de erosión
59	59	45000	134342	33.50	1539341	2.92

EJES TÁNDEM:

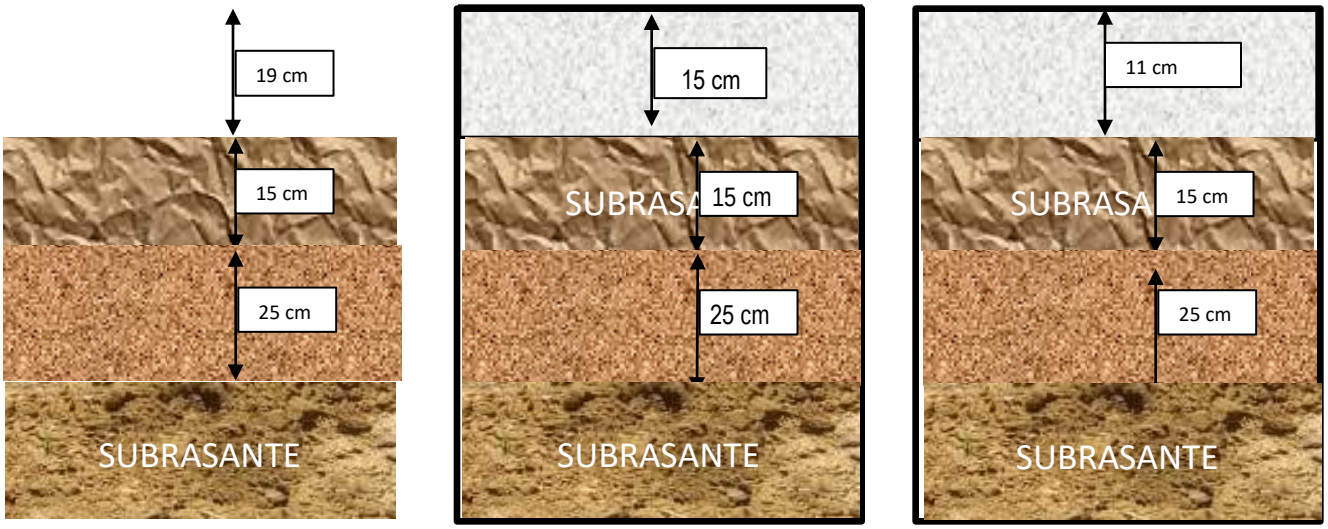
Carga por eje KN	Multiplicado por F.S	Expectativa de repeticiones	Análisis de fatiga Repeticiones admisibles	porcentaje de fatiga	Análisis de erosión Repeticiones admisibles	porcentaje de erosión
231	231	0	14	0.00	30719	0.00
214	214	0	77	0.00	47616	0.00
196	196	0	467	0.00	79526	0.00
178	178	0	2844	0.00	141943	0.00
160	160	0	17532	0.00	278303	0.00
142	142	0	109400	0.00	631438	0.00
125	125	0	1153418	0.00	1742107	0.00
107	107	0	Inf	0.00	9738471	0.00
89	89	0	Inf	0.00	Inf	0.00
71	71	0	Inf	0.00	Inf	0.00

PORCENTAJE TOTAL DE FATIGA: 33.50
PORCENTAJE TOTAL DE EROSIÓN: 2.92

Total :	78.52	0.14

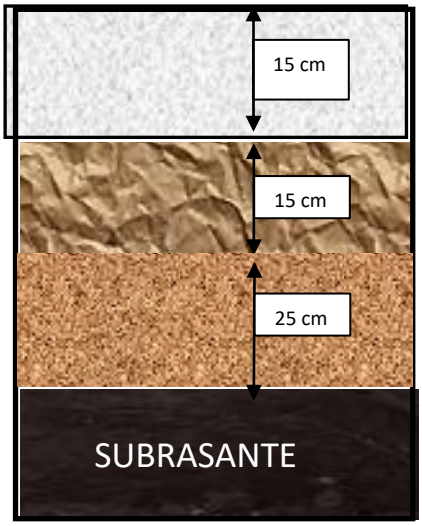
Grafica: 11. Espesor Losa de Concreto de Diseño

INVIAS	AASHTO 93	PCA - 84



De acuerdo a los valores de tolerancia que deben cumplirse según el ARTICULO 500 PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO de las especificaciones del INV Numeral 500.5.2.8 Calidad del producto terminado donde determina que la cota de cualquier punto del pavimento curado no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada, se considera un espesor final de losa de 15 cm apoyado sobre la subrasante natural.

Grafica: 12. Espesor Losa de Concreto de Diseño



Losa de Concreto de MR = 4.2 MPa de 15.0 cm de espesor

Base Granular CBR > 90 de 15.0 cm de espesor CLASE C INVIAS 2022

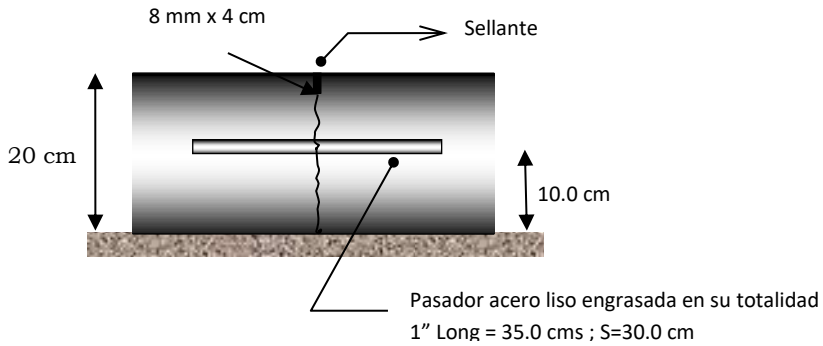
Material de mejoramiento tipo Afirmado CBR > 15 de 25.0 cm de espesor

Suelo arenoso de color gris oscuro con presencia ocasional de gravas no se posee plasticidad.

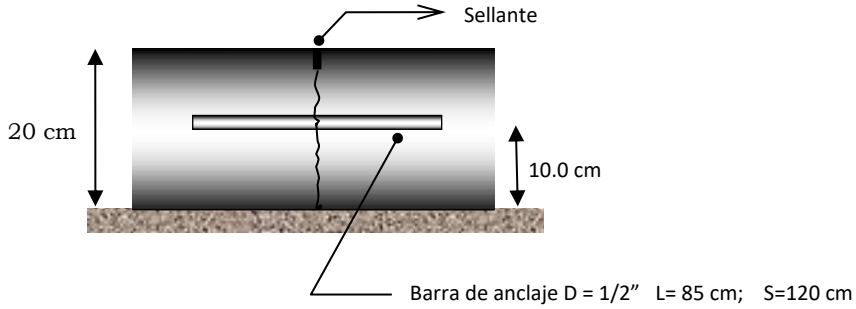
5.3.4 Diseño de juntas

Las juntas en los pavimentos de concreto son necesarias para controla las grietas longitudinales y transversales, para las condiciones del proyecto se recomiendan desarrollar las juntas con trabazón de agregados:

Grafica: 13. Juntas Transversales



Grafica: 14. Juntas Longitudinales



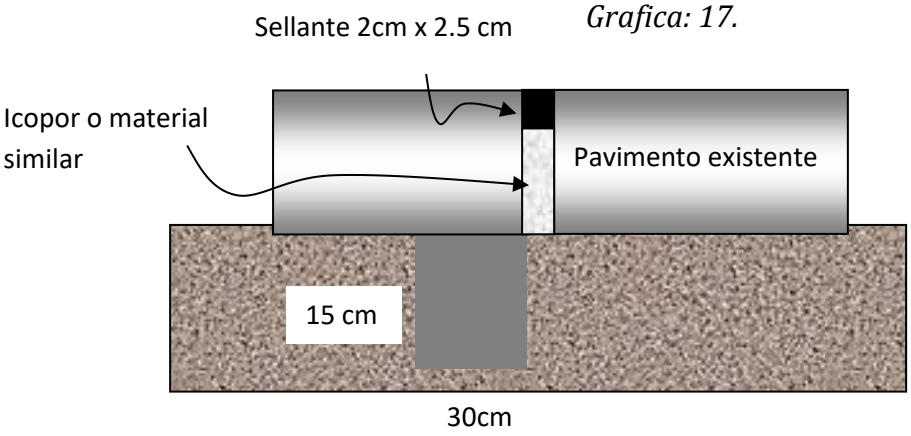
Grafica: 15. Detalle de Sardinel y losa de pavimento rígido



Las Juntas Transversales de expansión tienen como función prevenir los esfuerzos a compresión desarrollados por el cambio de temperatura en las losas.

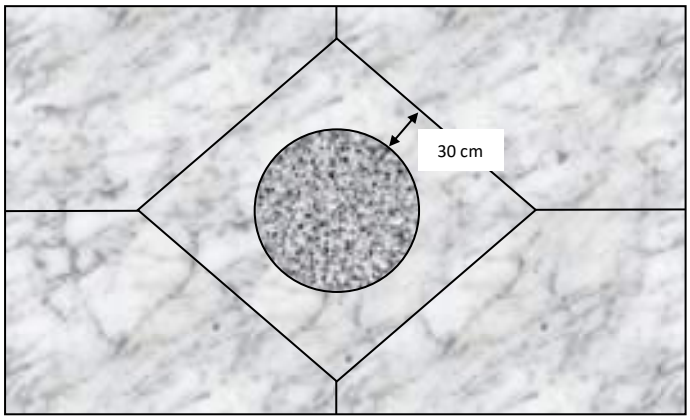
Grafica: 16. *Junta de expansión entre el pavimento existente y el pavimento nuevo con Viga inferior*

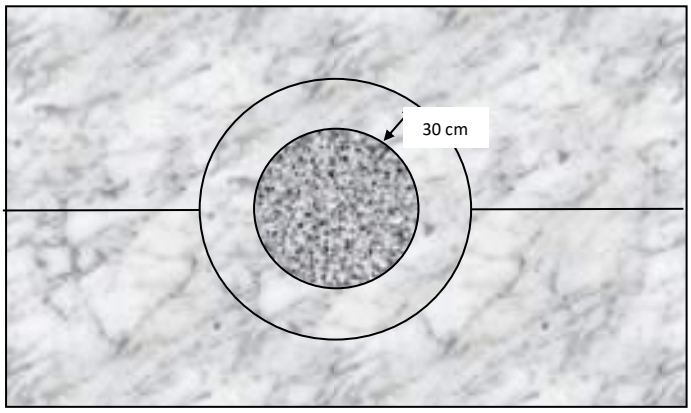
Grafica: 17.



Se recomiendan las siguientes juntas especiales, estas dependen de acuerdo a la disposición previa de las juntas:

Grafica: 18. *. Juntas a Pozos*





Espaciamiento

Juntas transversales: Deben estar separadas por una longitud menor igual a 4.5 metros, preferiblemente 2.5 m, sin embargo por la geometría de los accesos del proyecto se propone Losas de 2.0 m x 2.0 m.

Juntas Longitudinales: se construirá una junta longitudinal en la mitad del ancho de la vía permitiendo disminuir los esfuerzos en la losa.

5.3.5 Selladores de juntas

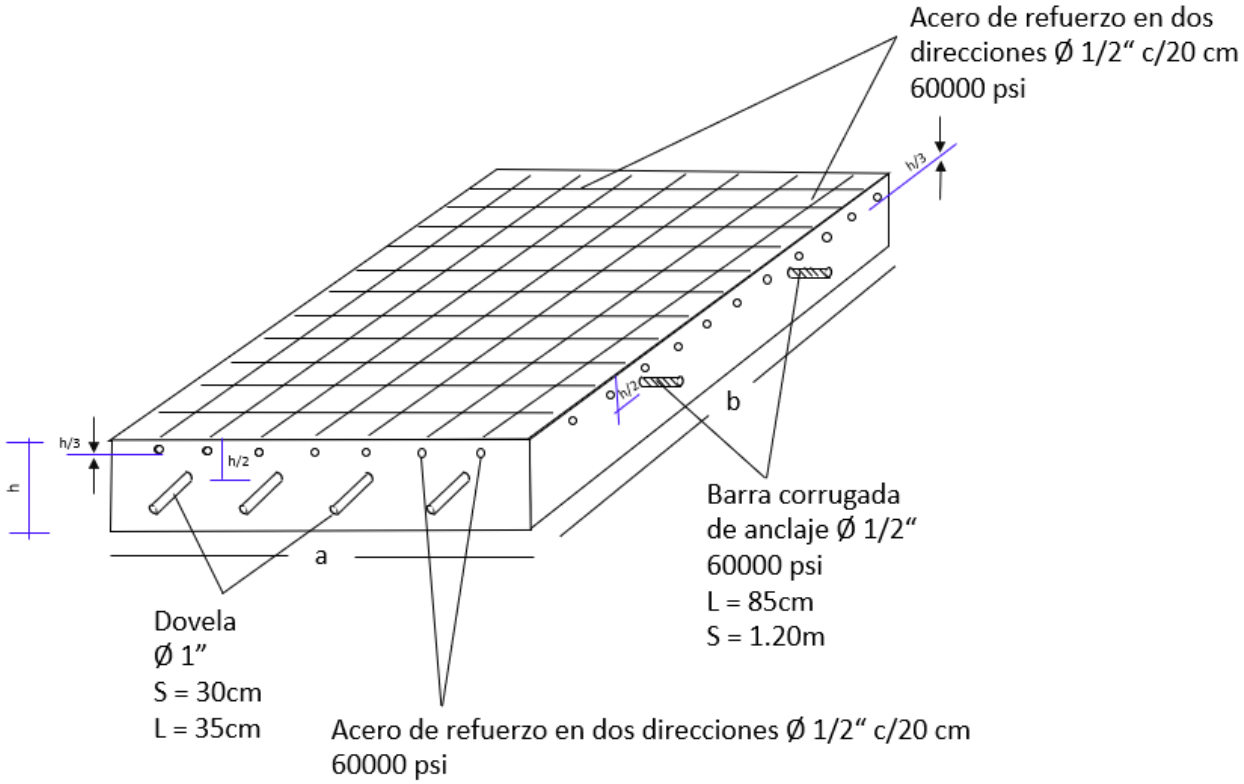
El propósito de estos es minimizar la infiltración del agua superficial y de materiales incompresibles dentro de las juntas, los selladores también disminuyen el potencial de corrosión de las barras de refuerzo, mediante la reducción de la penetración de la humedad, por lo anterior se deberá realizar el sellado de juntas con uno de los siguientes selladores y de acuerdo a los parámetros que propone la norma INVIAS (INVE 500.2.5):

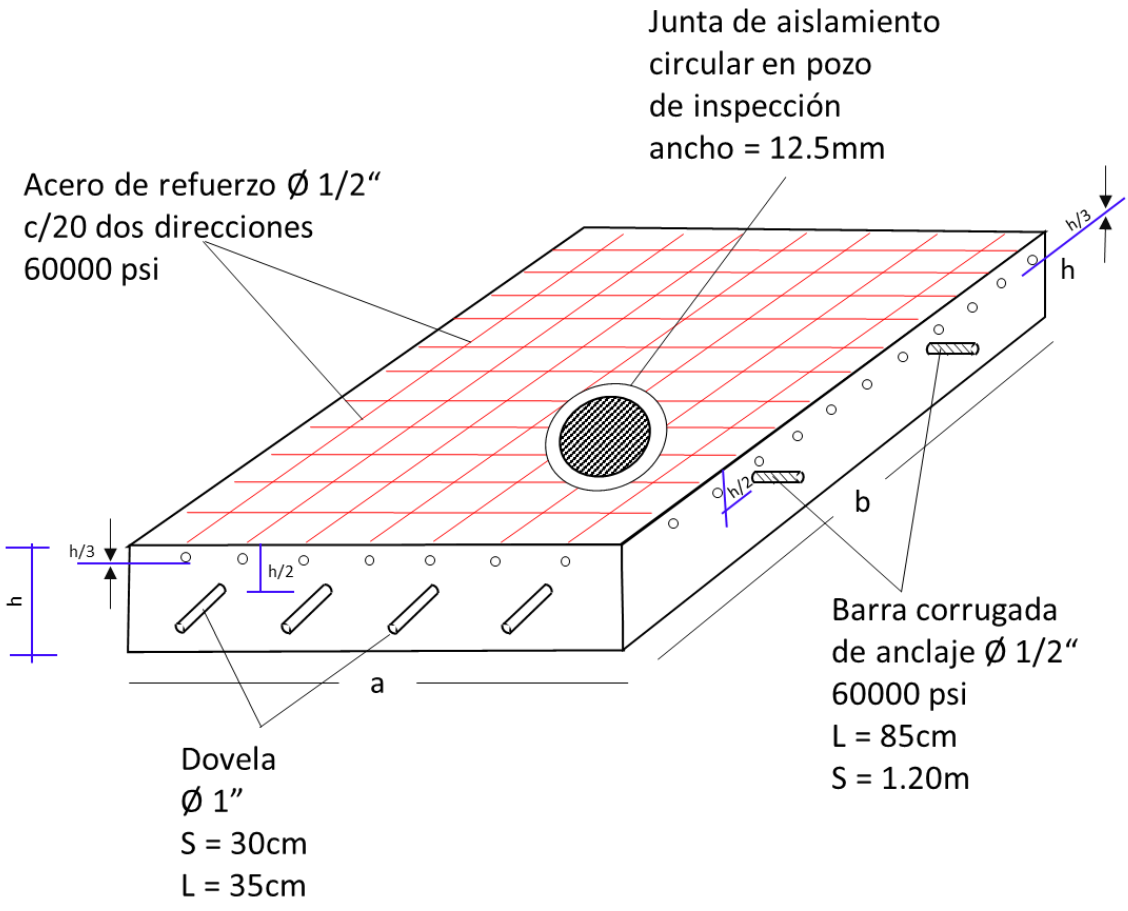
- ***Liquido vertido en caliente:*** Se debe asegurar siempre que el material de sello se prepare a las temperaturas recomendadas, pues su control exacto es importante para lograr las propiedades deseadas del sellador
- ***Silicona:*** Los procedimientos de colocación son similares a los que se usan para los materiales vertidos en caliente, las siliconas requieren un tiempo de curado de unos 30 minutos, antes de la apertura al tráfico para que desarrollen la adherencia suficiente.
- ***Tirilla de Respaldo o Cordón:*** Preferiblemente se utilizan espumas de polietileno que garanticen su buen funcionamiento dentro de la junta.
- ***Sellos preformados:*** Para la utilización de cualquier producto de sellado se recomienda ponerse en contacto con el fabricante, para consultar sobre el proceso de colocación y curado.

La modulación de las losas de concreto obedece a los conceptos, criterios y recomendaciones consignadas en el capítulo 5, artículo 500, numerales 500.2.2.3 y 500.4.6.12 de las especificaciones técnicas de construcción de INVIAS-2.022

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada	mm	mm
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 – 200	25	1	350	300
210 – 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de fy= 187,5 MPa (40.000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de fy= 280 MPa (60.000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20



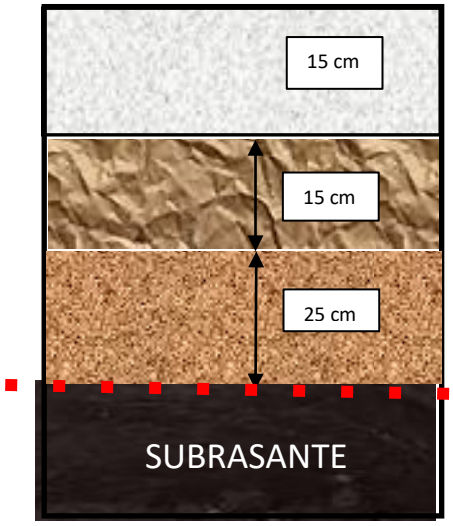


CRA 4 No 42-73 B/Casa Club
ghfingenierias@gmail.com
Tel. 3124758059

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De manera general se reporta suelos areno limoso que no poseen plasticidad, se permite observar en su granulometría que sobresale el porcentaje de arenas y finos, encontrando una pequeña de fracción de gravas en el apique 1, esta clasificación en las exploraciones indica una marcada homogeneidad.
- Los valores de CBR entre las exploraciones presentan una heterogeneidad en sus muestras, los valores de CBR presentan porcentajes que oscilan entre el 1% y el 3%, además se permite apreciar una contracción en el suelo no superior al 3% al ser sometida a procesos de saturación.
- Se reporta una baja resistencia en la subrasante bajo procesos de saturación por tal motivo se recomienda un geotextil de separación tejido de resistencia 2100 o Nt 2500 que evite la migración de finos.
- Si se llega a presentar un perfil estratigráfico o del terreno diferente a los citados en este informe es necesario informar y solicitar la visita del ingeniero geotecnista.
- El perfil consignado dentro del informe corresponde a las condiciones encontradas de humedad y consistencia de la época en la cual se desarrolla la exploración geotécnica.
- Se recomienda realizar un una verificación y mejoramiento en las zonas donde se presenten cambios en la subrasante.
- Si bien se presentan algunas diferencias en el suelo de fundación en las exploraciones geotécnicas desarrolladas, las dimensiones de la estructura de pavimento rígido fueron definidas por diferentes metodologías y buscaron estimar bajo puntos de vista muy conservadores, a continuación, se presenta la estructura final de diseño.

Grafica: 19. . Espesor de Diseño Final



Losa de Concreto de MR = 4.2 MPa de 15.0 cm de espesor

Base Granular CBR > 90 de 15.0 cm de espesor CLASE C INVIAS

Material de mejoramiento tipo Afirmado CBR > 15 de 25.0 cm de espesor

Geotextil tejido 2010 o NT 2500

Suelo areno limoso de color gris oscuro con algo de plasticidad y humedad media

- Se recomienda proyectar un filtro longitudinal que permita controlar la entrada de agua a la estructura de pavimento esto considerando las características del suelo al estar en contacto con el agua.
- No se deben contemplar pavimentos que funciones mediante mecanismo de deformación dadas las condiciones de la subrasante

- Donde exista superficie contaminada (materia orgánica) o se observe irregularidades se recomienda escarificar la rasante existente, retirando el material contaminado y luego se deberá conformar y adecuar con el material de préstamo granular (afirmado) que aportara como relleno, compactándose a la humedad óptima a una densidad mínima del 95% según su proctor modificado. Recomendar aproximaciones de espesores mínimos de intervención seria especular al respecto, se debe esperar a las labores de campo (intervención).

- Los requisitos y características técnicas de los materiales como el concreto deben cumplir con la especificación técnicas del invias del año 2022 art 500, Para el caso de la base granular debe cumplir con el articulo 330-22 y material de mejoramiento tipo afirmado 311- 22

Alineamiento vertical:

- No deben ser menores del 0.5 %.
- Evitar los cambios de pendiente que provoquen estancamiento de agua.

Sección transversal:

- Es aconsejable tener un bombeo que varía entre 2.0 % y 4%.
- El bombeo debe construirse desde el nivel de la subrasante, de manera que todas las capas tengan un espesor uniforme y se eviten problemas si llueve durante la construcción.
- No se deben dar las pendientes de diseño hasta que no se hayan construido las obras de drenaje.

Sumideros:

- Construcción de Sumideros de acuerdo a estudio hidráulico
- Realizar mantenimiento periódico a los sumideros que se construyan.

Tabla: 24. Cantidades Aproximadas

Item	Cantidad	Unidad
Losa de Concreto 4.2 Mpa	179.15	m^3
Material Granular tipo BG	179.15	m^3
Excavación en material común	172.89	m^3

ING. FRANCISCO JOSE RESTREPO ALBARELLO
MAG. INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y DE LA CONSTRUCCIÓN
ESP. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE VIAS Y AEROPISTAS.
DIRECTOR DE PROYECTO

CONSORCIO GI INGENIERIAS
901596589-1

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Ibagué, 2023

Señores

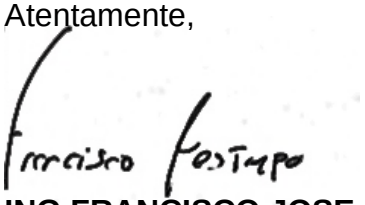
GOBERNACION DEL TOLIMA

Tolima

Referencia "**CONSULTORIA TECNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE HONDA-DEPARTAMENTO DEL TOLIMA**"

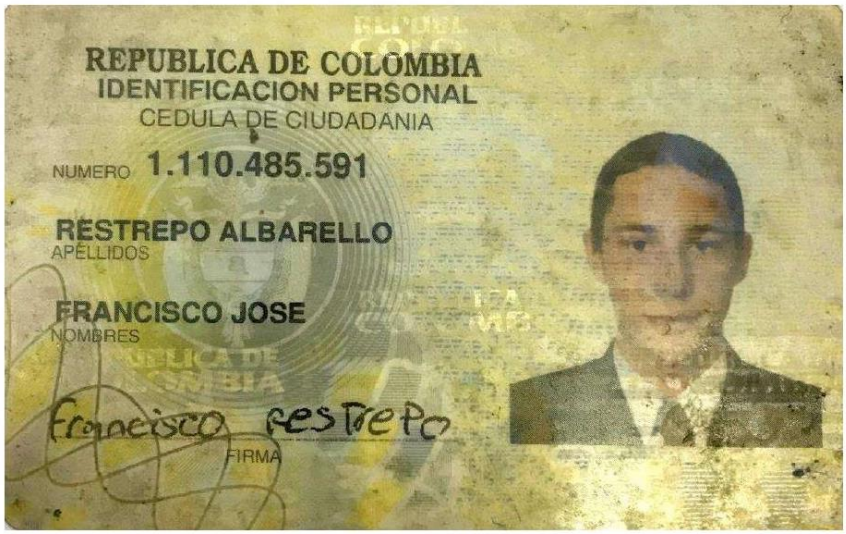
Yo **FRANCISCO JOSE RESTREPO ALBARELLO**, identificado con cedula de ciudadanía No. 1.110.485.591 de Ibagué, Ingeniero civil, especialista en diseño y construcción de vías y aeropistas Matricula Profesional MAT:70202-222409 LTM certifico que he realizado el diseño de pavimentos. Así entonces se garantiza que no existe inconveniente alguno con los trabajos realizados y que se exonera a la gobernación del Tolima de cualquier inconveniente que se pueda presentar con respecto a los diseños realizados

Atentamente,



ING.FRANCISCO JOSE RESTREPO ALBARELLO
Ingeniero Civil
Mag. Ingeniería estructural y de la construcción
Especialista en Diseño y Construcción de Vías y Aeropistas
MAT:70202-222409 LTM

CRA 4 No 42-73 B/Casa Club
ghfingenierias@gmail.com
Tel. 3124758059


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 1.110.485.591
RESTREPO ALBARELLO
APELLIDOS
FRANCISCO JOSE
NOMBRES
Francisco Restrepo
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 19-JUN-1989
IBAGUE
(TOLIMA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.85
ESTATURA
O+
G.S. RH
M
SEXO
26-JUN-2007 IBAGUE
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
JUAN CARLOS GALINDO VACHA
INDICE DERECHO
P-2900100-63162031-M-1110485591-20070901
05230 07243N 02 234331230


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.
70202222409TLM
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 13/02/2012
FRANCISCO JOSE
RESTREPO ALBARELLO
C.C. 1110485591
UNIVERSIDAD DE IBAGUE

PRESIDENTE DEL CONSEJO

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2022-1698281

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL ENCARGADO

CERTIFICA:

1. Que FRANCISCO JOSE RESTREPO ALBARELLO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1110485591, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 70202-222409 desde el 13 de Febrero de 2012, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 197.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinticuatro (24) días del mes de Noviembre del año dos mil veintidos (2022).

Angela Patricia Alvarez Ledesm

titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA – COPNIA
Calle 78 Nº 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.
e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co



LA ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES

Registro SNIES 9102

EN ATENCIÓN A QUE

Francisco José Restrepo Albarello

C.C. No. 1.102.485.598 de Ibagué

HA CURSADO TODOS LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS POR LA INSTITUCIÓN Y LAS DISPOSICIONES LEGALES, LE OTORGA EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA Y POR LA AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL EL TÍTULO DE:

Especialista en Diseño y Construcción de Vías y Aeropistas

EN FE DE LO CUAL FIRMAMOS Y SELLAMOS ESTE DIPLOMA

EN BOGOTA, D.C., A LOS [illegible] DEL MES DE Diciembre DE 2013

CRA 4 No 42-73 B/Casa Club
ghfingenierias@gmail.com
Tel. 3124758059

ANEXOS

7.1 ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO





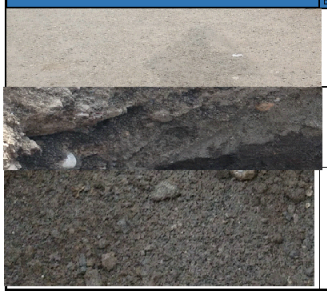




8 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS EXPLORACIONES MECÁNICAS

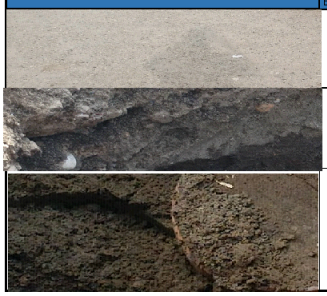
DYNAMO	REPORTE DE CAMPO - APIQUES PARA PAVIMENTOS	F - EN - 02 - V01 DE 20 - OCTUBRE - 2019

Proyecto: HONDA - OBRERO CALLE 31
Solicitante:
Elaboro: FRANCISCO RESTREPO
Descripción: CBR 1
Fecha de elaboración: 10/08/2022
Condición Climática: Soleado

Registro Fotográfico	Perfil Estratigráfico		CBR	
	Espesor	Descripción	0.1	0.2
	0,00 - 0,05 m	Estructura de pavimento con desgaste superficial, presenta algunos baches.		
	0,05 - 0,20 m	Material granular no Clasificado		
	0,18 - 0,8 m	material de color café con presencia ocacional de gravas, no posee plasticidad y humedad baja. **Pasa N°4: 87,7%** **Pasa N° 200: 8%** **Limite Liquido: NL** **SP-SM** **limite de plasticida: NP**	2,38%	2,48%

DYNAMO	REPORTE DE CAMPO - APIQUES PARA PAVIMENTOS	F - EN - 02 - V01 DE 20 - OCTUBRE - 2019

Proyecto: HONDA - OBRERO CALLE 31
Solicitante:
Elaboro: FRANCISCO RESTREPO
Descripción: CBR 2
Fecha de elaboración: 10/08/2022
Condición Climática: Soleado

Registro Fotográfico	Perfil Estratigráfico		CBR	
	Espesor	Descripción	0.1	0.2
	0,00 - 0,05 m	Estructura de pavimento con desgaste superficial, presenta algunos baches.		
	0,05 - 0,20 m	Material granular no Clasificado		
	0,18 - 0,8 m	Materia arenoso de color café con algunas betas de color grises, no posee plasticidad y humedad baja. **Pasa N°4: 99%** **Pasa N° 200: 8,%** **Limite Liquido: NL** **SP-SM** **limite de plasticida: NP**	2,98%	3,37%

DYNAMO	REPORTE DE CAMPO - APIQUES PARA PAVIMENTOS	F - EN - 02 - V01 DE 20 - OCTUBRE - 2019

Proyecto HONDA - OBRERO CALLE 31
Solicitante
Elaboro FRANCISCO RESTREPO
Descripción CBR 3

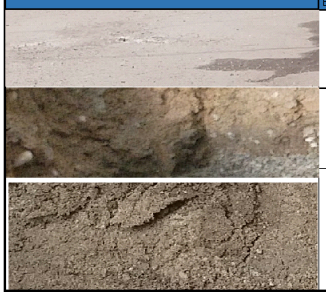
Fecha de elaboración 10/08/2022
Condición Climática Soleado

Registro Fotográfico	Perfil Estratigráfico		CBR	
	Espesor	Descripción	0.1	0.2
	0,00 - 0,05 m	Estructura de pavimento con desgaste superficial, presenta algunos baches de gran tamaño en algunas zonas.		
	0,05 - 0,20 m	Material granular no Clasificado		
	0,18 - 0,8 m	Matriz de suelo de color gris oscuro, no posee gravas, no posee plasticidad y humedad baja. **Pasa N°4: 99,4%** **Pasa N° 200: 17,7%** **Límite Líquido: NL** **SM** **límite de plasticida: NP**	2,47%	2,42%

DYNAMO	REPORTE DE CAMPO - APIQUES PARA PAVIMENTOS	F - EN - 02 - V01 DE 20 - OCTUBRE - 2019

Proyecto HONDA - OBRERO CALLE 31
Solicitante
Elaboro FRANCISCO RESTREPO
Descripción CBR 4

Fecha de elaboración 10/08/2022
Condición Climática Lluvioso.

Registro Fotográfico	Perfil Estratigráfico		CBR	
	Espesor	Descripción	0.1	0.2
	0,00 - 0,05 m	Estructura de pavimento exposicion del material grueso de la mezcla asfaltica, posee baja resistencia de		
	0,05 - 0,20 m	Material granular no Clasificado de color amarillo con algunas betas grises		
	0,18 - 0,8 m	Materia granular de color amarillo arenoso, no posee gravas, no presenta plasticidad y humedad media baja. **Pasa N°4: 99,2%** **Pasa N° 200: 31,6%** **Límite Líquido: NL** **SM** **límite de plasticida: NP**	2,13%	1,96%

9 ENSAYOS DE LABORATORIO

DYNAMO

FORMATO CLASIFICACION DE SUELOS

F - EN - 01 - V01

DE 15 - OCTUBRE - 2019

PROYECTO: HONDA OBRERO CALLE 31
SOLICITANTE:
DESCRIPCION: CBR 1
FECHA DE EJECUCION: 5/08/2022
FECHA DEL INFORME: 10/08/2022

DETERMINACION EN LABORATORIO DE HUMEDAD DEL SUELO

INV E - 122 - 13

Peso Recipiente	Peso Rec. + Muestra Humeda	Peso Rec. + Muestra Seca	Humedad
55,6 g	385,8 g	359,60	8,62%

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E -123 - 13

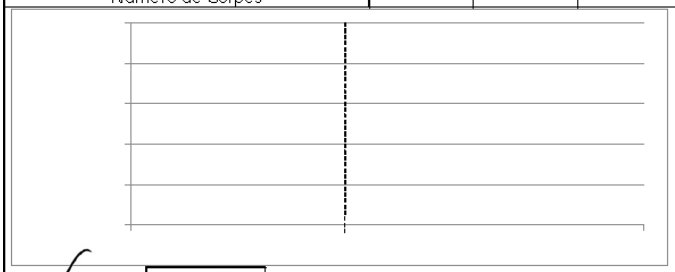
PESO ANTES DEL LAVADO 304 g
PESO DESPUES DEL LAVADO 279,8 g

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE PASA
No. 4	4,75	37,40	12,3%	12,3%	87,7%
No. 10	2,00	41,1	13,5%	25,8%	74,2%
No. 40	0,43	104,3	34,3%	60,1%	39,9%
No. 200	0,075	97,00	31,9%	92,0%	8,0%
P 200		24,20	8,0%		
		304,0000			

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO EN SUELOS

INV E - 125 - 13 - 126 - 13

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Recipiente	1	2	3	5	6
Peso de Recipiente + Muestra Humeda					
Peso de Recipiente + Muestra Seca					
Peso de Recipiente					
Humedad	**NL**	**NL**	**NL**	**NP**	**NP**
Numero de Golpes					



Limite Liquido
LL NL
Limite Plastico
LP NP
Indice de Plasticidad
IP NP

Consis. Relativa: -
Indice de Liquidez: -

SUCS: SP-SM

realizo ING. Francisco Restrepo

Cr 7° 9-43 Ibague, Colombia Edificio Sociedad Tolimense de Ingenieros Oficina 306
CEL:3187836823 - 3112066860 IBAGUÉ - TOLIMA

DYNAMO
GRUPO EMPRESARIAL DYNAMO S.A.S

FORMATO CLASIFICACION DE SUELOS

F - EN - 01 - V01
DE 15 - OCTUBRE - 2019

PROYECTO: HONDA OBRERO CALLE 31
SOLICITANTE:
DESCRIPCION: CBR 2
FECHA DE EJECUCION: 5/08/2022
FECHA DEL INFORME: 10/08/2022

DETERMINACION EN LABORATORIO DE HUMEDAD DEL SUELO
INV E - 122 - 13

Peso Recipiente	Peso Rec. + Muestra Humeda	Peso Rec. + Muestra Seca	Humedad
72,5 g	471,5 g	440,3 g	8,48%

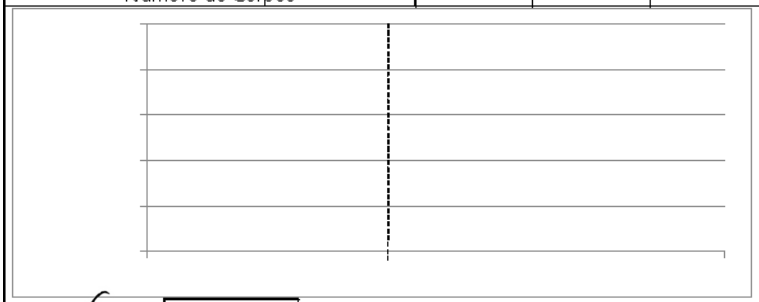
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
INV E -123 - 13

PESO ANTES DEL LAVADO 367,8 g 7 DEL LAVADO 338,5 g

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE PASA
No. 4	4,75	3,70	1,0%	1,0%	99,0%
No. 10	2,00	10,8	2,9%	3,9%	96,1%
No. 40	0,43	162,4	44,2%	48,1%	51,9%
No. 200	0,075	161,60	43,9%	92,0%	8,0%
P 200		29,30	8,0%		
		367,8000			

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO EN SUELOS
INV E - 125 - 13 - 126 - 13

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Recipiente	1	2	3	5	6
Peso de Recipiente + Muestra Humeda					
Peso de Recipiente + Muestra Seca					
Peso de Recipiente					
Humedad	**NL**	**NL**	**NL**	**NP**	**NP**
Numero de Golpes					



Limite Liquido	
LL	NL
Limite Plastico	
LP	NL
Indice de Plasticidad	
IP	NP

Consis. Relativa: - Indice de Liquidez: -

SUCS: SP-SM

Realizo ING. Francisco Restrepo

Cr 7° 9-43 Ibague, Colombia Edificio Sociedad Tolimense de Ingenieros Oficina 306
CEL:3187836823 - 3112066860 IBAGUÉ - TOLIMA

DYNAMO

FORMATO CLASIFICACION DE SUELOS

F - EN - 01 - V01

DE 15 - OCTUBRE - 2019

PROYECTO: HONDA OBRERO CALLE 31
SOLICITANTE:
DESCRIPCION: CBR 3
FECHA DE EJECUCION: 5/08/2022
FECHA DEL INFORME: 10/08/2022

DETERMINACION EN LABORATORIO DE HUMEDAD DEL SUELO

INV E - 122 - 13

Peso Recipiente	Peso Rec. + Muestra Humeda	Peso Rec. + Muestra Seca	Humedad
55,6 g	418,2 g	362,00	18,34%

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E -123 - 13

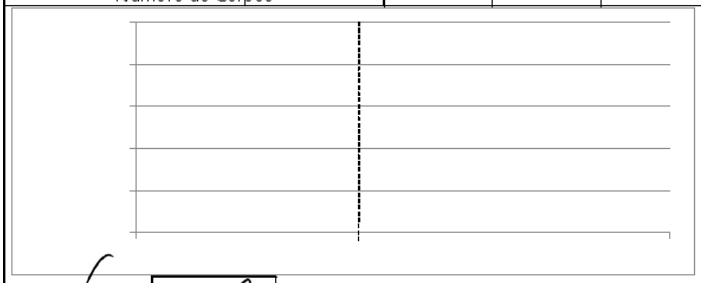
PESO ANTES DEL LAVADO 306,4 g PESO DESPUES DEL LAVADO 252,3 g

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE PASA
No. 4	4,75	1,80	0,6%	0,6%	99,4%
No. 10	2,00	14,3	4,7%	5,3%	94,7%
No. 40	0,43	27,8	9,1%	14,3%	85,7%
No. 200	0,075	208,40	68,0%	82,3%	17,7%
P 200		54,10	17,7%		
		306,4000			

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO EN SUELOS

INV E - 125 - 13 - 126 - 13

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Recipiente	1	2	3	5	6
Peso de Recipiente + Muestra Humeda					
Peso de Recipiente + Muestra Seca					
Peso de Recipiente					
Humedad	NL	NL	NL	NP	NP
Numero de Golpes					



Limite Liquido
LL NL
Limite Plastico
LP NP
Indice de Plasticidad
IP NP

Consis. Relativa: -

Indice de Liquidez: -

SUCS: SP-SM

realizo ING. Francisco Restrepo

Cr 7° 9-43 Ibague, Colombia Edificio Sociedad Tolimense de Ingenieros Oficina 306
CEL:3187836823 - 3112066860 IBAGUÉ - TOLIMA

DYNAMO

FORMATO CLASIFICACION DE SUELOS

F - EN - 01 - V01

DE 15 - OCTUBRE - 2019

PROYECTO: HONDA - OBRERO CALLE 31

SOLICITANTE:

FECHA DE EJECUCION: 5/08/2022

DESCRIPCION: CBR 4

FECHA DEL INFORME: 10/08/2022

DETERMINACION EN LABORATORIO DE HUMEDAD DEL SUELO

INV E - 122 - 13

Peso Recipiente	Peso Rec. + Muestra Humeda	Peso Rec. + Muestra Seca	Humedad
54,3 g	318,8 g	294,00	10,35%

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E -123 - 13

PESO ANTES DEL LAVADO 239,7 g

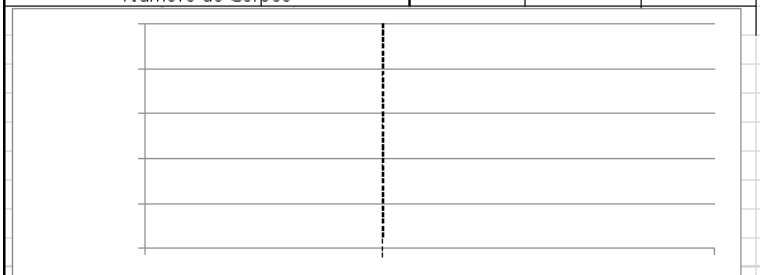
PESO DESPUES DEL LAVADO 163,9 g

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE PASA
No. 4	4,75	1,80	0,8%	0,8%	99,2%
No. 10	2,00	5,4	2,3%	3,0%	97,0%
No. 40	0,43	48,3	20,2%	23,2%	76,8%
No. 200	0,075	108,40	45,2%	68,4%	31,6%
P 200		75,80	31,6%		
		239,7000			

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO EN SUELOS

INV E - 125 - 13 - 126 - 13

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Recipiente	1	2	3	5	6
Peso de Recipiente + Muestra Humeda					
Peso de Recipiente + Muestra Seca					
Peso de Recipiente					
Humedad	NL	NL	NL	NP	NP
Numero de Golpes					



Limite Liquido	
LL	NL
Limite Plastico	
LP	NP
Indice de Plasticidad	
IP	NP

Consis. Relativa: -

Indice de Liquidez: -

SUCS: SM

realizo ING. Francisco Restrepo

Cr 7° 9-43 Ibague, Colombia Edificio Sociedad Tolimense de Ingenieros Oficina 306
CEL:3187836823 - 3112066860 IBAGUÉ - TOLIMA

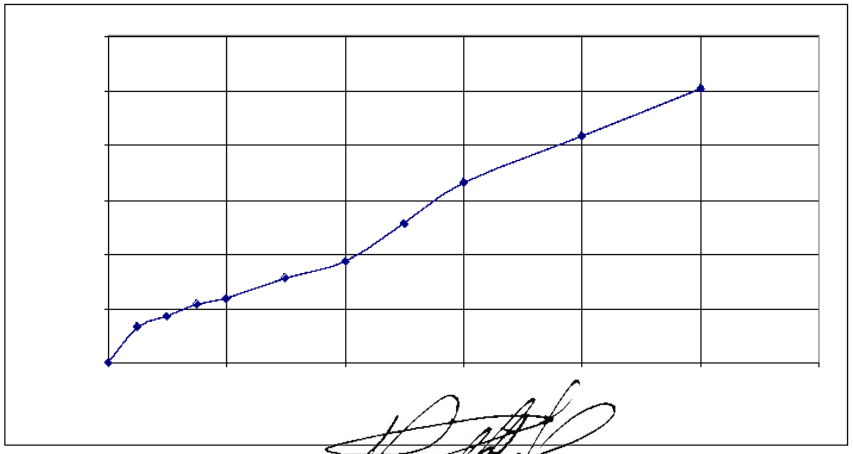
DYNAMO	RELACION DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR DE LABORATORIO) INV-E-148 - 13	F - EN - 03 - V01 DE 15 - OCTUBRE - 2019

PROYECTO : HONDA OBRERO CALLE 31
SOLICITANTE: ING.Francisco José Restrepo Albarello
REFERENCIA : CBR 1
DIRECCION:
FECHA : 5/08/2022

MOLDE N° 1			
PENETRACION	CARGA (LB)	PRESION (PSI)	**CBR(%)**
0	0	0	
0,025	40,191	13,40	
0,05	51,352	17,12	
0,075	64,746	21,58	
0,1	71,442	23,81	**2,38%**
0,15	93,765	31,26	
0,2	111,633	37,21	**2,48%**
0,25	154,046	51,35	
0,3	198,701	66,23	
0,4	250,053	83,35	
0,5	303,149	101,05	

w Natural (%)	9,79%	Expansion	-2,48%

Penetracion (mm)	Esfuerzo (Mpa)	Referencia (Mpa)	CBR %
2,54	0,16419	6,9	**2,38%**
5,08	0,25656	10,3	**2,48%**



Ing. Hernando Restrepo
ING. CIVIL - ESP Geotecnia

Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio

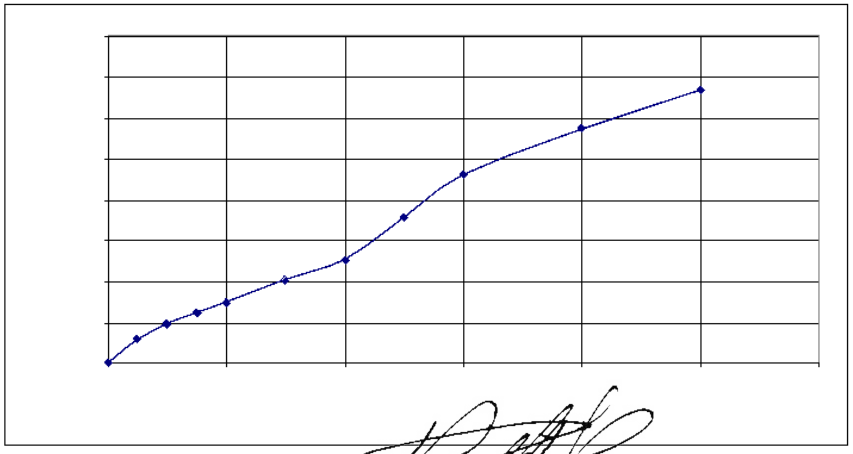
DYNAMO	RELACION DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR DE LABORATORIO) INV-E-148 - 13	F - EN - 03 - V01
		DE 15 - OCTUBRE - 2019

PROYECTO : HONDA OBRERO CALLE 31
SOLICITANTE: ING.Francisco José Restrepo Albarello
REFERENCIA : CBR 2
DIRECCION:
FECHA : 5/08/2022

MOLDE N° 1			
PENETRACION	CARGA (LB)	PRESION (PSI)	**CBR(%)**
0	0	0	
0,025	35,726	11,91	
0,05	58,049	19,35	
0,075	73,675	24,56	
0,1	**89,301**	**29,77**	**2,98%**
0,15	122,794	40,93	
0,2	**151,814**	**50,60**	**3,37%**
0,25	214,327	71,44	
0,3	276,841	92,28	
0,4	343,818	114,61	
0,5	401,489	133,83	

w Natural (%)	9,79%	Expansion	-2,94%

Penetracion (mm)	Esfuerzo (Mpa)	Referencia (Mpa)	CBR %
2,54	0,20524	6,9	**2,98%**
5,08	0,34891	10,3	**3,37%**



Ing. Hernando Restrepo
ING. CIVIL - ESP Geotecnia

Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio

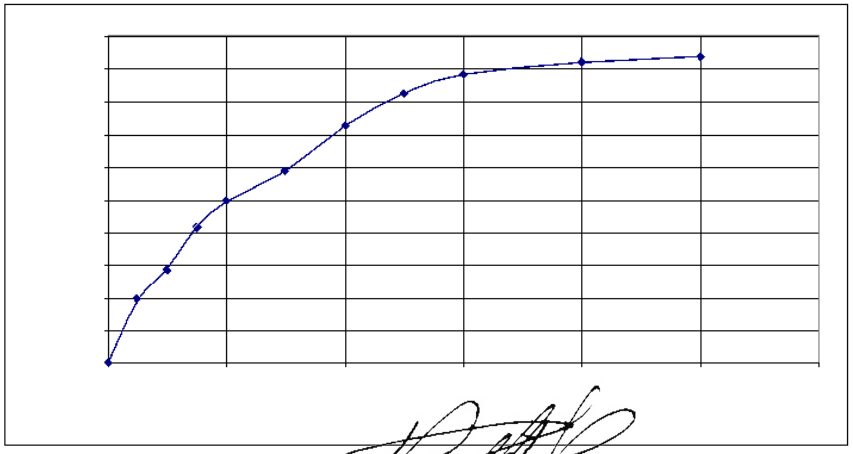
DYNAMO	RELACION DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR DE LABORATORIO) INV-E-148 - 13	F - EN - 03 - V01
		DE 15 - OCTUBRE - 2019

PROYECTO : HONDA OBRERO CALLE 31
SOLICITANTE: ING.Francisco José Restrepo Albarello
REFERENCIA : CBR 3
DIRECCION:
FECHA : 5/08/2022

MOLDE N° 1			
PENETRACION	CARGA (LB)	PRESION (PSI)	**CBR(%)**
0	0	0	
0,025	29,199	9,73	
0,05	42,652	14,22	
0,075	62,184	20,73	
0,1	**74,043**	**24,68**	**2,47%**
0,15	88,294	29,43	
0,2	**108,923**	**36,31**	**2,42%**
0,25	123,771	41,26	
0,3	132,341	44,11	
0,4	137,922	45,97	
0,5	140,314	46,77	

w Natural (%)	9,79%	Expansion	-1,88%

Penetracion (mm)	Esfuerzo (Mpa)	Referencia (Mpa)	CBR %
2,54	0,17017	6,9	**2,47%**
5,08	0,25033	10,3	**2,42%**



Ing. Hernando Restrepo
ING. CIVIL - ESP Geotecnia

Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio

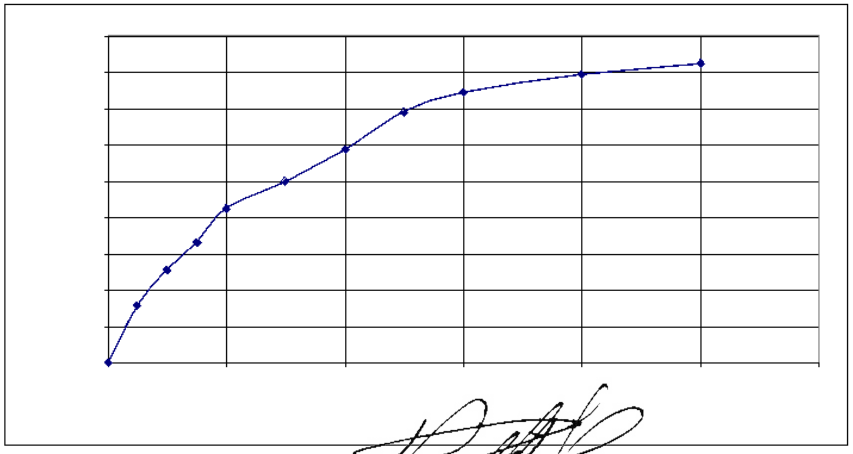
DYNAMO	RELACION DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR DE LABORATORIO) INV-E-148 - 13	F - EN - 03 - V01
		DE 15 - OCTUBRE - 2019

PROYECTO : HONDA OBRERO CALLE 31
SOLICITANTE: ING.Francisco José Restrepo Albarello
REFERENCIA : CBR 4
DIRECCION:
FECHA : 5/08/2022

MOLDE N° 1			
PENETRACION	CARGA (LB)	PRESION (PSI)	**CBR(%)**
0	0	0	
0,025	24,116	8,04	
0,05	38,267	12,76	
0,075	49,867	16,62	
0,1	**63,978**	**21,33**	**2,13%**
0,15	75,040	25,01	
0,2	**88,294**	**29,43**	**1,96%**
0,25	103,840	34,61	
0,3	112,012	37,34	
0,4	119,187	39,73	
0,5	123,871	41,29	

w Natural (%)	9,79%	Expansion	-2,08%

Penetracion (mm)	Esfuerzo (Mpa)	Referencia (Mpa)	CBR %
2,54	0,14704	6,9	**2,13%**
5,08	0,20292	10,3	**1,96%**



Ing. Hernando Restrepo
ING. CIVIL - ESP Geotecnia

Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio

10 UBICACIÓN PERFORACIONES

