

INFORME DE ESTUDIO PROYECTO ESTABILIZACION ORILLA PARQUEADEROS CENTRO DE CONVENCIONES CARTAGENA



BUZCA SOLUCIONES DE INGENIERIA S.A

CARTAGENA DE INDIAS

NOVIEMBRE DE 2022

TABLA DE CONTENIDO

1.	GENERALIDADES	6
1.1.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	6
1.2.	OBJETIVO DEL ESTUDIO	6
1.3.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	7
2.	INFORMACIÓN PREVIA	9
2.1.	GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA	9
2.2.	CLIMA	11
3.	EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	12
3.1.	ENSAYOS DE CAMPO	14
3.2.	ENSAYOS DE LABORATORIO	15
4.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO	18
4.1.	SUBSUELO	18
4.2.	NIVEL FREÁTICO	18
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19
6.	TIPO DE PERFIL DE SUELO	21
7.	LIMITACIONES DEL DISEÑO	21

ANEXOS

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIOS DE SUELOS ESTUDIO DE SUELOS			COD: F-SIG-150 VERSIÓN: 01 FECHA: 12-02-2020
--	---	---	---

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Desplazamiento lateral - viga confinamiento pavimento parqueaderos	8
Foto 2. Hundimiento Viga de confinamiento pavimentos parqueaderos.....	8
Foto 3. Hundimiento y desplazamiento lateral viga de confinamiento parqueaderos.	8
Foto 4. Actividades de perforación en campo.....	13

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIOS DE SUELOS ESTUDIO DE SUELOS			COD: F-SIG-150 VERSIÓN: 01 FECHA: 12-02-2020
--	---	---	---

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización General del Proyecto	6
Ilustración 2. Localización en planta tramo de orilla en estudio.....	7
Ilustración 3 Geoformas zona de estudio	10
Ilustración 4. Geología de la zona en estudio.....	10
Ilustración 5. Histograma de precipitaciones Cartagena. Fuente: IDEAM	11
Ilustración 6. Esquema de equipo usado para la exploración usando máquina de rotación. 12	
Ilustración 7. Esquema de equipo usado para la exploración	13
Ilustración 8. Localización de sondeos	14

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIOS DE SUELOS ESTUDIO DE SUELOS			COD: F-SIG-150 VERSIÓN: 01 FECHA: 12-02-2020
--	---	---	---

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Localización de sondeos	14
Tabla 2. Resumen de resultados - Sondeo 1	15
Tabla 3. Resumen de resultados - Sondeo 2	16
Tabla 4. Resumen de resultados - Sondeo 3	16
Tabla 5. Resumen de resultados - Sondeo 4	17
Tabla 6. Resumen de resultados - Sondeo 5	17

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto está ubicado en el Barrio Centro, sector calle del Arsenal, en el Centro de convenciones Cartagena de Indias. Ver la siguiente ilustración:



Ilustración 1. Localización General del Proyecto

1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Realizar un diagnóstico de carácter geotécnico con miras a la rehabilitación de un tramo de la orilla de los parqueaderos del Centro de Convenciones de la Ciudad de Cartagena.

Por lo anterior, se requiere realizar una visita geotécnica de reconocimiento de la zona, ejecutar la exploración del subsuelo de acuerdo con la naturaleza de la estructura a rehabilitar, llevar a cabo los ensayos de laboratorio que se requieran y realizar el correspondiente análisis de ingeniería y de toda la información disponible.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

El estudio consiste en el diagnóstico y recomendaciones para la rehabilitación de la orilla de los parqueaderos, ya que en la actualidad se evidencian daños en la misma. La siguiente ilustración indica la localización de las estructuras en estudio:



Ilustración 2. Localización en planta tramo de orilla en estudio

Se trata de un tramo de orilla de los parqueaderos, que presenta hundimiento y desplazamiento lateral. Ver localización – línea en color amarillo.



Foto 1. Desplazamiento lateral - viga confinamiento pavimento parqueaderos



Foto 2. Hundimiento Viga de confinamiento pavimentos parqueaderos



Foto 3. Hundimiento y desplazamiento lateral viga de confinamiento parqueaderos.

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIOS DE SUELOS ESTUDIO DE SUELOS	 	COD: F-SIG-150 VERSIÓN: 01 FECHA: 12-02-2020
--	---	---

2. INFORMACIÓN PREVIA

Para el desarrollo del presente estudio se realizó una visita de inspección con el fin de conocer las características del sitio, el cual está ubicado a orillas de la bahía de cartagena.

La estructura objeto de estudio se encuentran al interior de los parqueaderos del Centro de Convenciones en el Centro de la Ciudad de Cartagena. No se evidencia estructura de contención para contener los rellenos que conforman la estructura de pavimento de los parqueaderos; al igual que el soporte de la viga pasarela existente.

De acuerdo con las batimetrías de la zona, en el area de influencia se maneja láminas de agua con profundidad máxima de 2.0 metros.

De lo anterior, las actividades a realizar para la rehabilitación de la estructura en estudio deberán llevarse a cabo de acuerdo con las recomendaciones geotécnicas que señale éste informe.

2.1. GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA

Basados en la plancha 23 Cartagena y su respectiva Memoria explicativa (2001), documentos que hacen parte del Estudio Geológico desarrollado por INGEOMINAS en el año 1998, se presenta a continuación la descripción de la geología y morfología dominante en la zona de estudio.

A nivel regional, el proyecto se encuentra ubicado en una zona con morfología suave de amplias planicies interrumpidas por zonas de colinas o relieves ondulados, limitados al occidente por la línea costera.

En el área de influencia del proyecto predominan formas correpondientes con las unidades geomorfológicas bajas, que al estar muy cerca a la línea costera se asocian con la morfología litoral. Ver la siguiente ilustración:



Ilustración 3 Geoformas zona de estudio

Apoyados en la plancha 23 Cartagena y su respectiva memoria explicativa, las cuales forman parte del Estudio Geológico desarrollado por el INGEOMINAS en 1998, en el área de dicha plancha se encuentran rocas sedimentarias, en su mayoría de origen marino profundo a litoral. Sus edades van desde el Paleoceno a época reciente.

La geología de la zona en estudio corresponde con los denominados depósitos recientes, específicamente los depósitos de playa (Qmp) que, según lo indicado en la plancha 23 Cartagena, se localizan a lo largo de la línea de costa y constan de arenas de grano fino a grueso; ocasionalmente con gravas. Ver la siguiente ilustración:

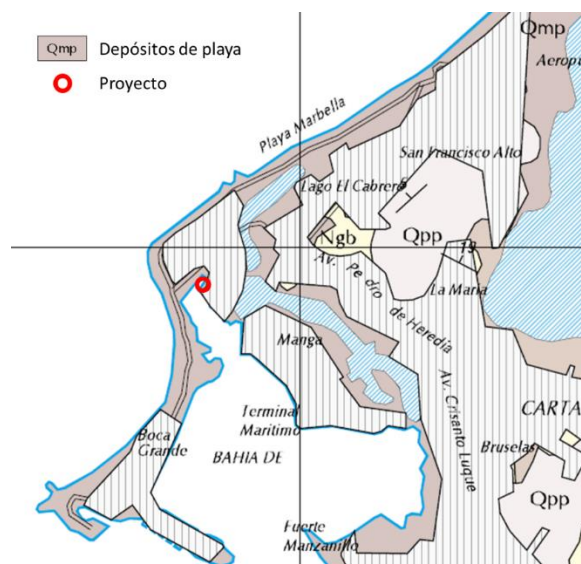


Ilustración 4. Geología de la zona en estudio

2.2. CLIMA

El clima en la ciudad de Cartagena es cálido – seco. El promedio de lluvia durante el año es de 1008 mm. La temporada seca se extiende de diciembre a abril. En los meses de mayo a noviembre las lluvias son más frecuentes.

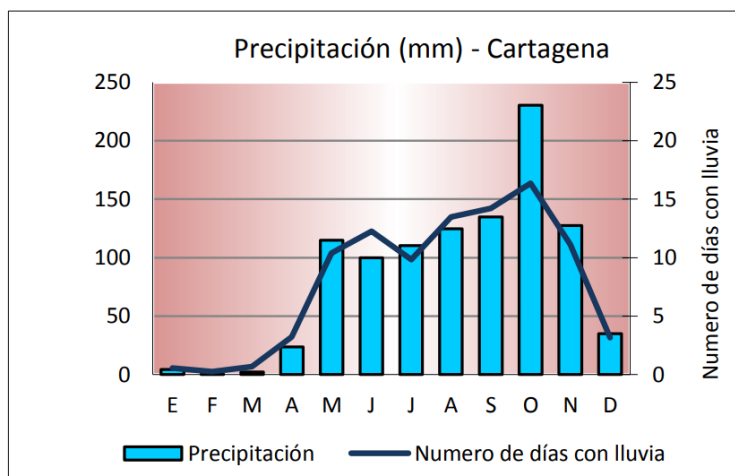


Ilustración 5. Histograma de precipitaciones Cartagena. Fuente: IDEAM

3. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Para la elaboración de este estudio se realizó una exploración como se describe a continuación:

A lo largo de la orilla a un lado del tramo de viga pasarela en estudio se llevaron a cabo, entre los días 18 y 24 de octubre de 2022, cinco (5) sondeos de 20 metros de profundidad medidos desde la superficie del pavimento actual.

Los sondeos se llevaron a cabo con la utilización de una máquina rotatoria tipo Acker y trípode para avance en la profundidad determinada y la ejecución del ensayo SPT (Standard Penetration Test), indicativo de la resistencia del suelo con la respectiva recuperación de muestras a lo largo de la perforación para posterior ensayo de laboratorio. El trípode es dotado de un sistema de polea superior y un motor para descenso e hincado de tuberías y toma muestra.

El perforador registra el número de golpes del ensayo SPT y en el mismo registro informa la profundidad a la que se realiza el ensayo, la toma de muestra y lavado durante la perforación. Ver la siguiente ilustración:



Ilustración 6. Esquema de equipo usado para la exploración usando máquina de rotación.

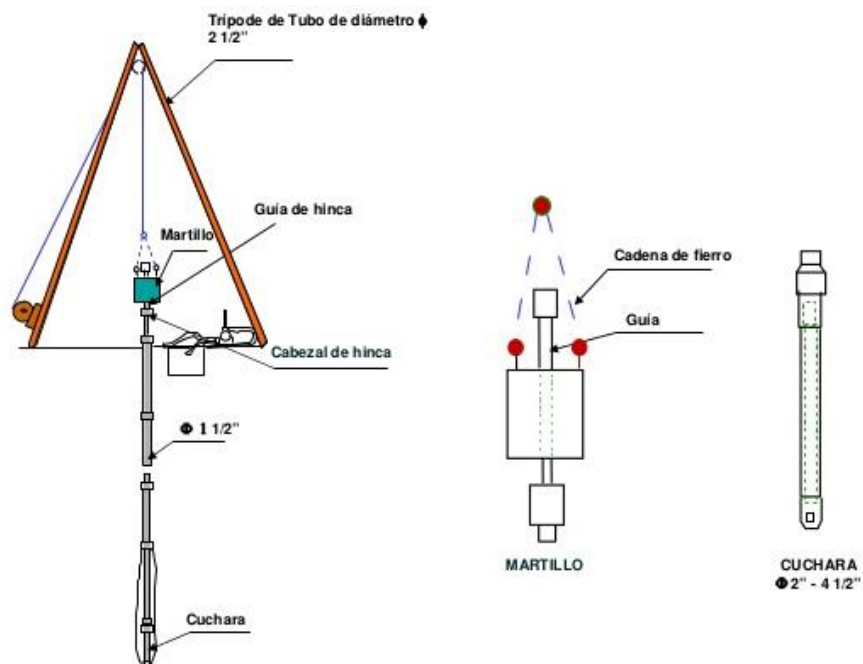


Ilustración 7. Esquema de equipo usado para la exploración



Foto 4. Actividades de perforación en campo

Para todos los sondeos se recuperaron muestras con cuchara partida (alteradas).

A continuación se presenta una ilustración con la distribución de los sondeos en el área del proyecto y una tabla que resume la información de localización, profundidad y número de muestras recuperadas en cada sondeo:



Ilustración 8. Localización de sondeos

Tabla 1. Localización de sondeos

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD (metros)	CANTIDAD MUESTRAS
S1	10°25'10,99"N	75°32'54,61"W	20	14
S2	10°25'10,44"N	75°32'54,14"W	20	15
S3	10°25'9,87"N	75°32'53,63"W	20	13
S4	10°25'9,34"N	75°32'53"W	20	14
S5	10°25'8,86"N	75°32'52,62"W	20	14

Los registros de perforación de los sondeos realizados, se encuentran en el Anexo 1 del presente informe.

3.1. ENSAYOS DE CAMPO

Como se indicó anteriormente, los sondeos ejecutados para el estudio fueron realizados mediante sistema de percusión con recuperación de las muestras tomadas aplicando el ensayo de penetración estándar, SPT por sus siglas en inglés (norma ASTM 1586), que se constituye como el ensayo o prueba mayormente utilizado en el mundo cuando se quiere realizar un reconocimiento geotécnico.

Consiste en contar el número de golpes necesarios para que se introduzca a una determinada profundidad un toma muestra, que permite recuperar una muestra de suelo. La hincada del toma muestra se hace usando una masa de 140 Libras que se deja caer una distancia de 30 pulgadas. El número de golpes requerido para que el toma muestra penetre las últimas 12 pulgadas se registra como el valor de la resistencia a la penetración estándar (N). Estos valores están indicados en los registros de perforaciones a las profundidades respectivas (Ver Anexo 1).

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras recuperadas se almacenan de manera que puedan conservar su humedad. Los ensayos de laboratorio se realizan luego de la inspección y reconocimiento de las muestras por parte del Ingeniero de suelos, quien indica el tipo de ensayos a practicar a determinada muestra.

Los registros de los resultados se incluyen en el Anexo No. 2 del presente informe.

Las siguientes tablas presentan, de manera resumida, los parámetros de suelo obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados.

Tabla 2. Resumen de resultados - Sondeo 1

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría No.200 (%Pasa)	Clasificación USCS
				LL (%)	LP (%)	IP (%)		
1	1	2.05 - 2.50	42	NL	NP	NP	22.78	SMd
1	2	3.55 - 4.00	21	NL	NP	NP	24.76	SMd
1	3	5.55 - 6.00	27	NL	NP	NP	7.06	SP-SM
1	4	7.05 - 7.50	58					
1	5	8.55 - 9.00	50					
1	6	10.05 - 10.50	38	NL	NP	NP	14.59	SMd
1	7	11.55 - 12.00	65					
1	8	13.05 - 13.50	69					
1	9	16.05 - 16.50	104					
1	10	17.55 - 18.00	57					
1	11	19.55 - 20.00	42	NL	NP	NP	89.20	CL-ML
1	12	21.05 - 21.50	40					

NL/NP: La muestra no presenta plasticidad

Tabla 3. Resumen de resultados - Sondeo 2

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS
2	1	1.25 - 1.70	33	NL	NP	NP	18.12	SMd
2	2	4.05 - 4.50	16	NL	NP	NP	2.05	SW
2	3	5.55 - 6.00	27	NL	NP	NP	4.48	SP
2	4	7.05 - 7.50	27					
2	5	8.55 - 9.00	48	NL	NP	NP	2.22	SP
2	6	10.05 - 10.50	139					
2	7	11.55 - 12.00	88					
2	8	13.05 - 13.50	67					
2	9	14.55 - 15.00	75					
2	10	16.05 - 16.50	92					
2	11	17.55 - 18.00	77	NL	NP	NP	6.03	SP-SM
2	12	19.55 - 20.00	42	39	23	16	91.74	CL-ML
2	13	21.05 - 21.50	44					

NL/NP: La muestra no presenta plasticidad

Tabla 4. Resumen de resultados - Sondeo 3

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS
3	1	0.80 - 1.25	32					
3	2	2.50 - 2.95	32	NL	NP	NP	25.28	SMd
3	3	4.05 - 4.50	27					
3	4	5.55 - 6.00	40					
3	5	7.05 - 7.50	42					
3	6	8.55 - 9.00	61	NL	NP	NP	13.22	SMd
3	7	10.05 - 10.50	32					
3	8	11.55 - 12.00	76					
3	9	13.05 - 13.50	80					
3	10	14.55 - 15.00	34	NL	NP	NP	4.36	SP
3	11	16.05 - 16.50	32					
3	12	17.55 - 18.00	130					
3	13	19.55 - 20.00	42	36	22	14	84.95	CL-ML

NL/NP: La muestra no presenta plasticidad

Tabla 5. Resumen de resultados - Sondeo 4

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría No.200 (%Pasa)	Clasificación USCS
				LL (%)	LP (%)	IP (%)		
4	1	1.80 - 2.25	28					
4	2	3.05 - 3.50	21	NL	NP	NP	9.73	SP-SM
4	3	4.05 - 4.50	32	NL	NP	NP	7.08	SP-SM
4	4	5.05 - 5.50	75					
4	5	6.05 - 6.50	67	NL	NP	NP	13.40	SMD
4	6	7.05 - 7.50	65					
4	7	8.55 - 9.00	112					
4	8	10.05 - 10.50	53					
4	9	11.55 - 12.00	29					
4	10	13.05 - 13.50	29	NL	NP	NP	6.76	SP-SM
4	11	14.55 - 15.00	27					
4	12	16.15 - 16.60	44	36	23	13	80.76	CL-ML
4	13	17.85 - 18.30	42	NL	NP	NP	21.67	SMD

NL/NP: La muestra no presenta plasticidad

Tabla 6. Resumen de resultados - Sondeo 5

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría No.200 (%Pasa)	Clasificación USCS
				LL (%)	LP (%)	IP (%)		
5	1	0.70 - 1.15	10					
5	2	1.15 - 1.60	13	NL	NP	NP	10.76	GW-GM
5	3	4.05 - 4.50	29					
5	4	5.55 - 6.00	51					
5	5	7.05 - 7.50	51					
5	6	8.55 - 9.00	57	NL	NP	NP	5.14	SP-SM
5	7	10.05 - 10.50	59					
5	8	11.55 - 12.00	60					
5	9	13.05 - 13.50	60	NL	NP	NP	11.92	SP-SM
5	10	14.55 - 15.00	66					
5	11	16.05 - 16.50	50					
5	12	17.55 - 18.00	95					
5	13	19.55 - 20.00	44	NL	NP	NP	88.93	CL-ML

NL/NP: La muestra no presenta plasticidad

4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO

De acuerdo con los resultados de la exploración de campo y el trabajo realizado en el laboratorio, es posible determinar un perfil con los suelos encontrados y sus respectivas propiedades geomecánicas.

4.1. SUBSUELO

Se determinó un perfil estratigráfico de acuerdo con la información relacionada con los sondeos realizados. Los estratos que lo componen, sus espesores y propiedades se describen a continuación:

Estrato	Descripción	Tipol C/G	Profundidad (m)	N (SPT)	C _u (KN/M2)	Y _{sat} (KN/m ³)	Y _{sum} (KN/m ³)	φ (Grado)	Ka	Kp
1	PISO EN ADOQUIN	G	0,00 - 0,10		-					
2	PLACA DE CONCRETO	G	0,10 - 0,30		-					
3	RELLENO DE ZAHORRA (SATURADO)	G	0,30 - 0,80	8	-	17,5	7,5	28,00	0,36	2,78
4	RELLENO DE PIEDRA CALIZA	G	0,80 - 2,00	20	-	20,0	10,0	34,00	0,28	3,57
5	LIMO MEZCLADO CON MATERIAL ORGANICO	G	2,00 - 3,50	2	-	14,8	4,8	20,00	0,49	2,04
6	ARENA FINA MEZCLADA CON RASTRO DE MATERIAL ORGANICO	G	3,50 - 8,50	8	-	16,0	6,0	28,00	0,36	2,78
7	ARENA FINA MEZCLADA CON RASTRO DE MATERIAL ORGANICO	G	8,50 - 15,00	18	-	16,0	6,0	34,00	0,28	3,57
8	ARENA LIMOSA MEZCLADA CON MANGLE	G	15,00 - 18,00	10	-	16,0	6,0	28,00	0,36	2,78
9	LIMO ARENOSO BLANDO.	G	18,00 - 20,00	5	-	15,0	5,0	25,00	0,41	2,44

C: Cohesivo

G: Granular

N (SPT): Número de Golpes por pie según ensayo de penetración estándar.

Cu: Cohesión no drenada.

ysat : Peso volumétrico saturado.

ysum : Peso volumétrico sumergido.

φ: Angulo de fricción interno del suelo

Ka: Coeficiente de empuje activo del suelo

Kp: Coeficiente de empuje pasivo del suelo.

4.2. NIVEL FREÁTICO

Se detectó entre 0.50 y 0.90 metros de profundidad.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados de las perforaciones y ensayos de laboratorio realizados y la magnitud de la sobrecarga a proyectar, presentamos a continuación las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Para recuperar el tramo desestabilizado, se deberá hincar el tablestacado a eje de la viga cabezal para no cambiar el paramento del centro de convenciones, ni obstaculizar el área pública.
- Las tablestacas se deberá hincar hasta una profundidad mínima de 7.0 metros, medidos a partir del nivel de la superficie del pavimento existente.
- El espesor de la tablestaca, dependerá de los cálculos estructurales. En el numeral 4.1, se presentan los parámetros geotécnicos para el diseño estructural.
- Previamente a la construcción de la estructura de pavimento y/o relleno contiguo a la tablestaca, se deberá realizar una estabilización del suelo de fundación. La estabilización consiste en realizar una excavación en toda el área de proyección intervenida hasta 1.10 metros de profundidad. Seguidamente se deberá llevar un relleno en rocas caliza con tamaño entre 4 y 6 pulgadas, en un espesor no inferior a 0.82 metros.
- Una vez realizado lo anterior, se procederá a construir una base en suelo cemento de 20.0 centímetros de espesor. El suelo cemento estará conformado por material granular tipo cantera palmarito y cemento, en una cantidad de 75 kg de cemento por cada metro cúbico suelto de material de palmarito. Este relleno será compactado en una capa al 95% de la densidad máxima del ensayo próctor modificado. El material de palmarito deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

LIMITE LIQUIDO	Menor o igual del 25%
INDICE DE PLASTICIDAD	Menor o igual del 3%
PASA TAMIZ No200	Menor o igual del 15%

- La capa de rodadura estará constituida por adoquín de concreto de 8.0 centímetros de espesor colocados sobre una capa de arena de 3.0 centímetros de espesor, directamente sobre la base estabilizada con cemento.
- Los adoquines de concreto deberán tener un módulo de rotura o resistencia a la flexión mayor o igual 42 kg/cm² y absorción menor o igual del 7%.
- La arena para la cama de adoquín deberá estar seca, tener un equivalente de arena mayor o igual del 60% y la granulometría deberá estar dentro la franja de la siguiente:

Tamiz	% que pasa.
3/8"	100
N°4	90-100
N°8	75-100
N°16	50-95
N°30	25-60
N°50	10-30
N°100	0-15
N°200	0-5

- A medida que se extienda la capa de arena, se irá colocando los adoquines al tope unos contra otros de manera que no excedan juntas de 0.3 centímetros. Previamente a la construcción del pavimento en adoquín, deberá construirse unos bordillos de confinamiento perimetral a las áreas a pavimentar y cada 6.00 metros internamente a las mismas, de tal manera de formar módulos de 6.00*6.00 m2.
- Los bordillos de confinamiento tendrán una sección de 0.15*0.30 m2 y el acero de refuerzo estará conformado por 3 barras de 3/8" y estribitos de 3/8" cada 30.0 centímetros.
- Seguidamente se procederá a la compactación inicial de la capa de adoquines con plancheta vibratoria cuando menos dos veces en direcciones perpendiculares previo confinamiento de los adoquines, de tal manera que impida el desplazamiento lateral.
- Terminada la compactación inicial, se aplicará el sello sobre la superficie del adoquín de 0.3 centímetros de espesor y se barrerá repetidamente y en distintas direcciones con una escoba o cepillo de cerdas duras y largas. El sello deberá estar lo suficientemente seco en el momento de la aplicación para que penetre con facilidad por las juntas. Simultáneamente, se aplicará la compactación final, mediante la aplicación de por lo menos de cuatro pasadas con compactador de rodillo liso pequeño del tipo benitin en distintas direcciones, con el fin de reducir las deformaciones posteriores del pavimento. El sello para las juntas estará constituido por un suelo cemento en proporción volumétrica 1 cemento: 5 arena seleccionada tipo cantera rotinet; la arena seleccionada deberá cumplir con las especificaciones granulométricas de la tabla siguiente:

Tamiz	% que pasa.
N°8	100
N°16	90-100
N°30	60-90
N°50	30-60
N°100	5-30
N°200	0-15

6. TIPO DE PERFIL DE SUELO

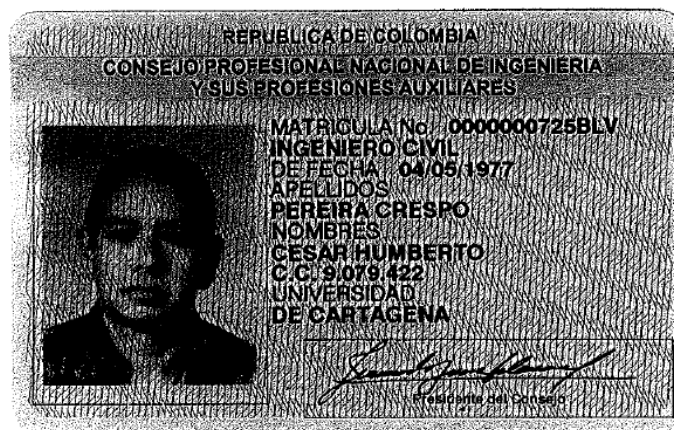
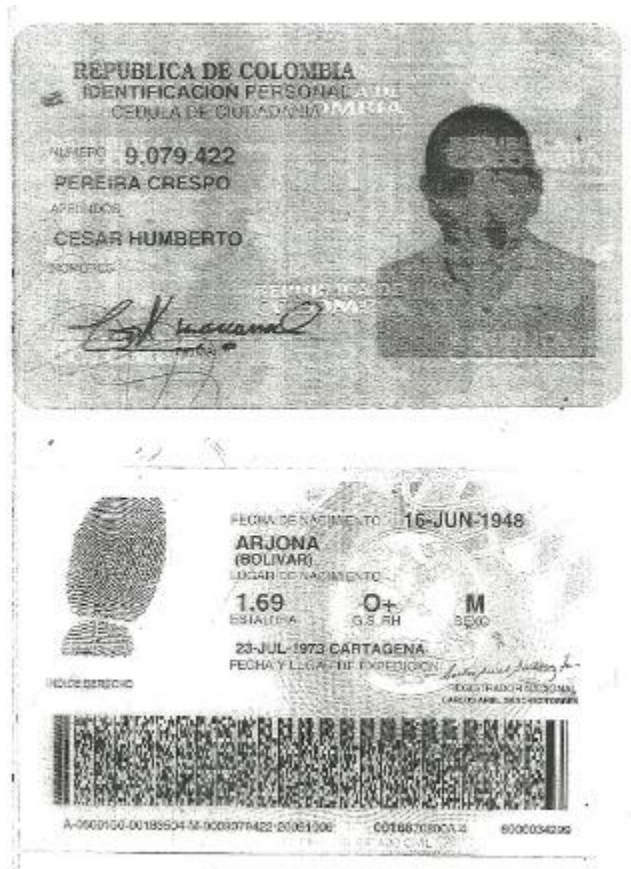
El tipo de perfil de suelo para éste proyecto clasifica como **D**. El procedimiento para definirlo se llevó a cabo usando el parámetro de número de golpes promedio del ensayo SPT, de acuerdo con lo establecido en la NSR-10; numeral A.2.4.3.2.

7. LIMITACIONES DEL DISEÑO

Los cálculos aquí realizados, obedecen los a los parametros de suelos definidos en los puntos de los sondeos realizados, cualquier informacion geotecnica encontrada en la etapa de construccion deberá ser informada a estas oficina, para realizar los ajustes del caso.



CESAR H. PEREIRA CRESPO
C.C. 9.079.422
T.P. 725 BOLIVAR



ANEXOS

ANEXO 1. REGISTROS DE PERFORACIÓN

ANEXO 2. ENSAYOS DE LABORATORIO