

PATINÓDROMO SAN JACINTO, BOLÍVAR



INFORME GEOTÉCNICO

Versión 1.0

Cartagena de Indias

NOVIEMBRE 2025

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. LOCALIZACIÓN.....	4
3. OBJETIVOS.....	4
3.1. GENERALES.....	4
3.2. ESPECÍFICOS	5
4. METODOLOGÍA.....	5
5. FASE PRELIMINAR DE OFICINA.....	5
5.1. MARCO GEOLÓGICO	5
6. ENSAYOS DE CAMPO	7
6.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT).....	7
6.2. PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO (PDC).....	8
6.3. APIQUES	11
6.4. DETECCIÓN DEL NIVEL FREÁTICO.....	11
7. ESTRATIGRAFÍA.....	12
8. RESULTADO DE LOS ENSAYOS GEOTÉCNICOS DE LABORATORIO	12
9. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOMECÁNICOS	14
9.1. CORRECCIÓN DEL NÚMERO DE GOLPES	14
9.2. PARÁMETROS GEOMECÁNICOS A PARTIR DE CORRELACIONES.....	15
10. TIPO DE PERFIL DEL SUELO DE ACUERDO CON LA NSR-10	16
11. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN CONFORME A LA NSR-10.....	18
12. ANÁLISIS DE INGENIERÍA	19
12.1. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL	19
12.2. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	24

12.2.1.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	24
12.2.2.	REDUCCIÓN DE EJES EQUIVALENTES.....	25
12.2.3.	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	26
12.2.4.	CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE	27
12.2.5.	METODOLOGÍA DE DISEÑO - AASHTO 93.....	28
12.2.6.	COEFICIENTES ESTRUCTURALES Y DE DRENAJE	29
12.2.7.	DETERMINACIÓN DE ESPESORES	29
12.2.8.	VERIFICACIÓN DEL DISEÑO	31
12.2.9.	SECCIÓN TÍPICA.....	31
12.2.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR CAPA	32
12.2.11.	RESUMEN EJECUTIVO DEL DISEÑO	32
13.	CONCLUSIONES.....	33
14.	RECOMENDACIONES.....	34

1. INTRODUCCIÓN

Por solicitud de **UNIVERSIDAD DE CARTAGENA** se desarrolló el presente estudio geotécnico con el propósito de evaluar las condiciones del subsuelo y establecer los criterios técnicos que permitan definir la solución más adecuada para el desarrollo del proyecto de construcción de patinódromos con graderías y batería sanitaria, localizado en el municipio de San Jacinto, departamento de Bolívar. El objetivo del estudio fue caracterizar las condiciones estratigráficas y geotécnicas del terreno mediante actividades de campo, con el fin de establecer los parámetros necesarios para el **diseño de cimentaciones** y para la **definición de la estructura del pavimento** de la pista.

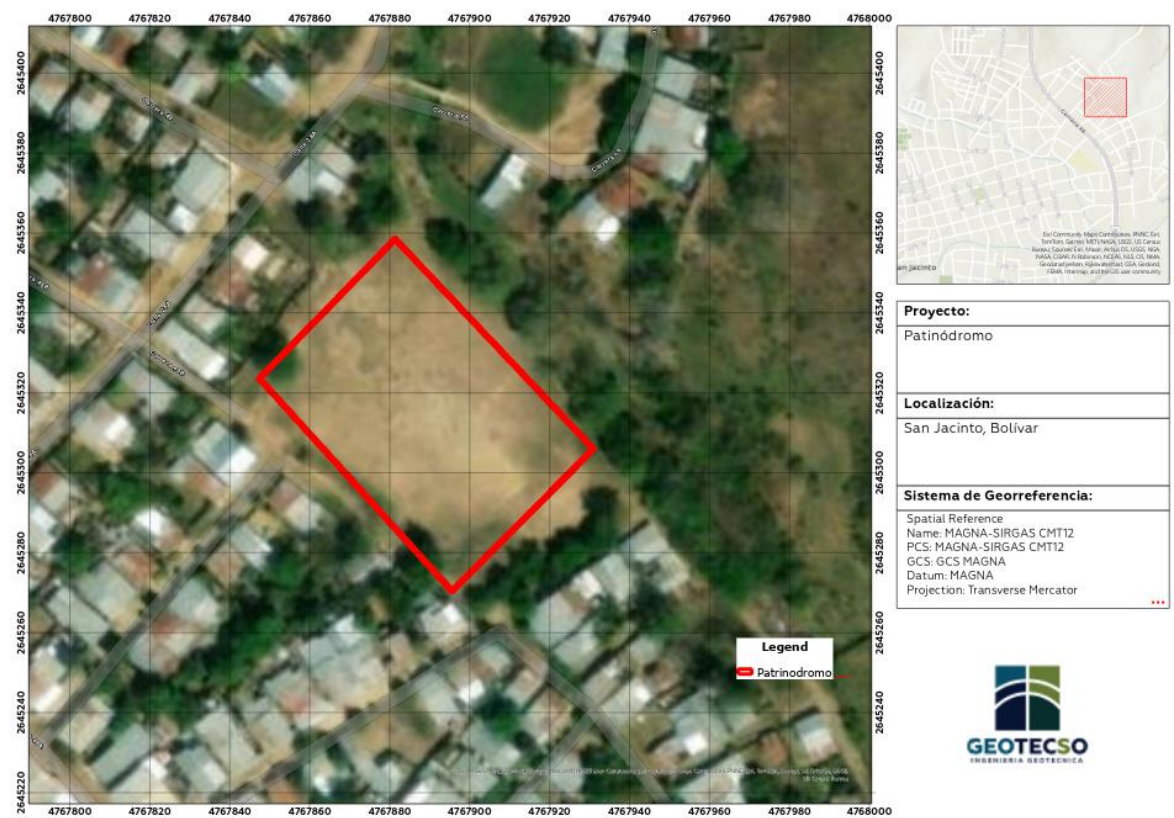
La campaña de exploración geotécnica incluyó la ejecución de ensayos de penetración estándar (SPT), penetrómetro dinámico cónico (PDC) y la apertura de apiques, desarrollados conforme a las especificaciones técnicas aplicables y a los lineamientos establecidos por INVIAS. Estas actividades permitieron identificar el perfil estratigráfico,

evaluar la resistencia relativa de los materiales y determinar características relevantes del suelo para su comportamiento como subrasante y como soporte de las estructuras proyectadas.

2. LOCALIZACIÓN

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio de San Jacinto, departamento de Bolívar. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la localización del sitio donde se proyecta la construcción del patinódromo.

Figura 1. Localización



3. OBJETIVOS

3.1. Generales

Realizar la exploración y análisis geotécnico del terreno destinado a la construcción del patinódromo en el municipio de San Jacinto, con el fin de establecer los parámetros técnicos

necesarios para el diseño de la cimentación y proponer, de ser necesario, medidas de mejoramiento del suelo que garanticen la estabilidad y funcionalidad de la estructura.

3.2. Específicos

- Ejecutar la exploración del subsuelo mediante sondeos con ensayo de penetración estándar (SPT), penetrómetro dinámico de cono (PDC) y apiques de verificación.
- Obtener muestras representativas de los diferentes estratos del terreno para la realización de ensayos de laboratorio que determinen sus propiedades físicas y mecánicas.
- Identificar la presencia de materiales no competentes o zonas con baja capacidad portante, proponiendo medidas de mejoramiento cuando sea necesario.
- Formular recomendaciones técnicas para la conformación y compactación de las capas de apoyo de la estructura del patinódromo.

4. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en el desarrollo del estudio se dividió en componentes de labores de campo y de oficina, teniendo en cuenta las actividades que se relacionan a continuación:

5. FASE PRELIMINAR DE OFICINA

Esta fase consistió en la recopilación y análisis de información temática disponible de tipo geológica, geotécnica y geomorfológica, mapas temáticos y fotografías aéreas recientes de la zona de estudio, a partir de la cual se programó la etapa (de campo) de exploración directa del subsuelo, el número de apiques y por último se definió el tipo de ensayos geotécnicos a realizar sobre las muestras recuperadas.

5.1. Marco Geológico

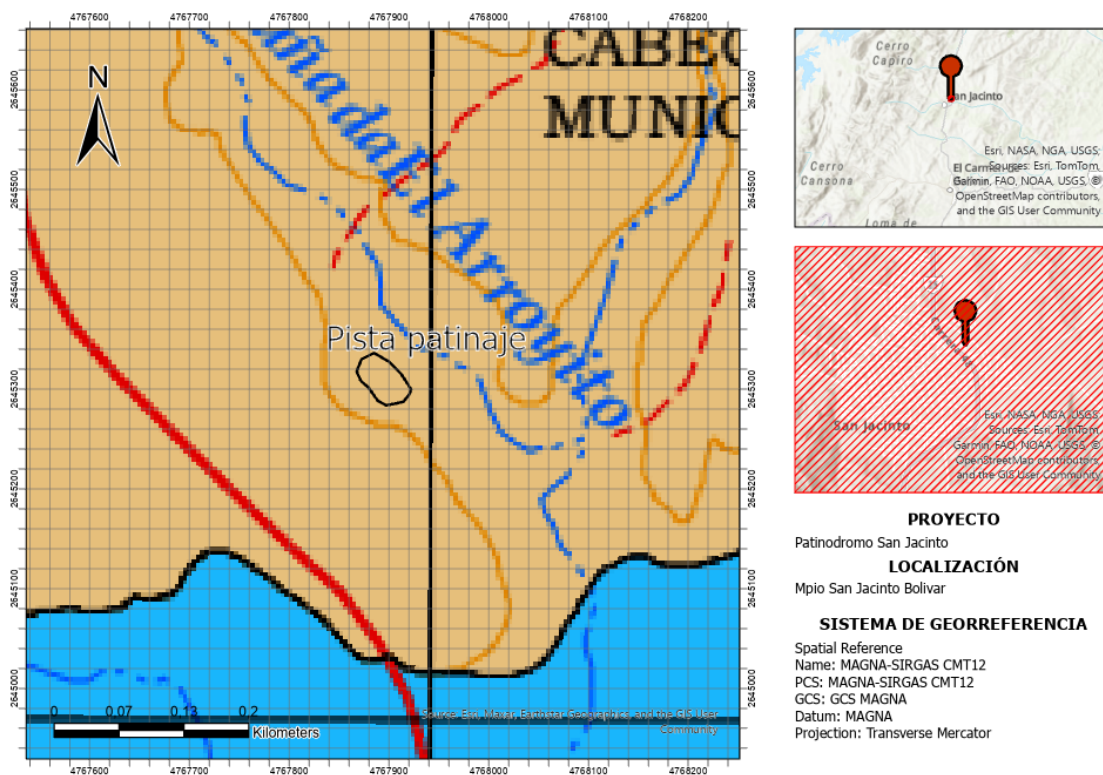
El área de estudio se ubica dentro de un entorno geológico denudacional, caracterizado por geoformas originadas principalmente por procesos de erosión, meteorización, remoción en masa y deposición. Este tipo de paisaje es típico de regiones de clima tropical, donde la alta pluviosidad y la dinámica hídrica favorecen un modelado continuo del relieve. Como

resultado, el terreno presenta superficies irregulares, laderas activas y una evolución geomorfológica dominada por la pérdida progresiva de materiales.

Dentro de esta zona denudacional, el sector específico del proyecto corresponde a un lomerío disecado (Dldi), una forma de relieve compuesta por elevaciones alargadas y estrechas que han sido intensamente modificadas por la acción de la escorrentía superficial. Estas unidades muestran un patrón de drenaje subparalelo, cimas ligeramente redondeadas y pendientes moderadas a abruptas, lo que evidencia una erosión de intensidad media. La disección del terreno indica una prolongada acción de los procesos erosivos, reflejada en valles estrechos y en la fragmentación del relieve original.

En conjunto, estas condiciones geológicas influyen en la estabilidad del terreno, el comportamiento hidrológico y la susceptibilidad a procesos de remoción en masa, factores que deben considerarse en la planificación y ejecución de cualquier intervención en la zona.

Figura 2. Mapa litológico.



Fuente: Ingeominas, 2001

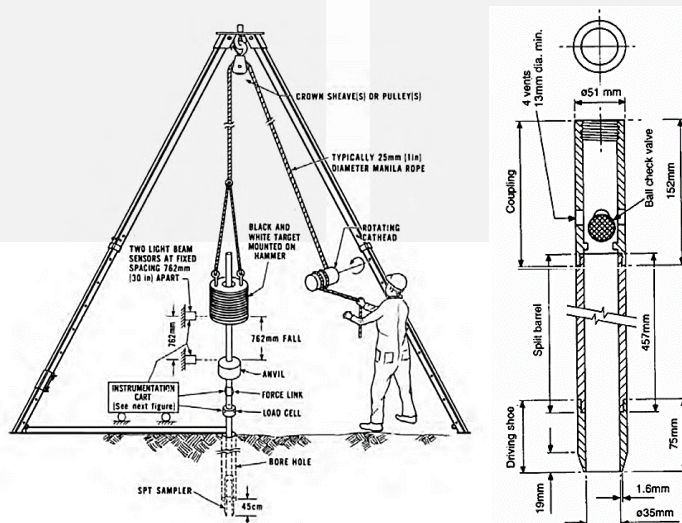
6. ENSAYOS DE CAMPO

6.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

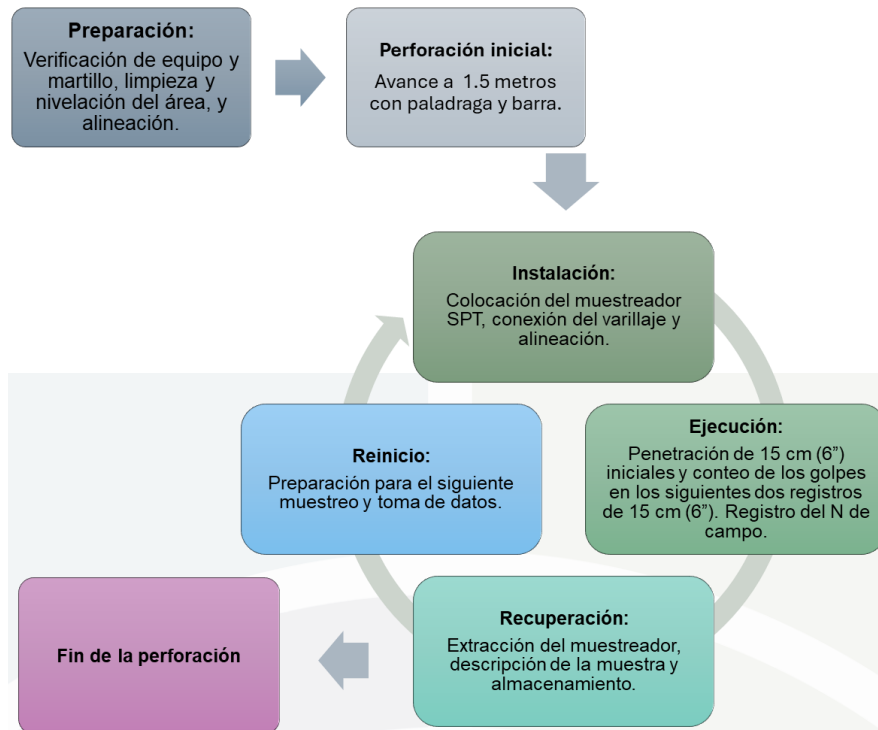
Para la caracterización de los materiales del subsuelo y la obtención de parámetros geomecánicos representativos, se ejecutaron 24,0 metros lineales de **perforación geotécnica con aplicación del ensayo de penetración estándar (SPT)**, conforme a los lineamientos establecidos en la norma **INV E-111 (equivalente a ASTM D1586)**. La exploración alcanzó una **profundidad total de 6.0 metros**, suficiente para evaluar las condiciones del suelo y determinar los parámetros geomecánicos para diseño de la cimentación.

El Ensayo de Penetración Estándar (SPT) es uno de los métodos más utilizados en la ingeniería geotécnica para evaluar las propiedades mecánicas del suelo in situ. Este ensayo se realiza de acuerdo con la norma ASTM D1586 (*INV E 111 en Colombia*) (Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils).

Figura 3. Esquema SPT.



A continuación, se describe un paso a paso detallado del procedimiento:



6.2. PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO (PDC)

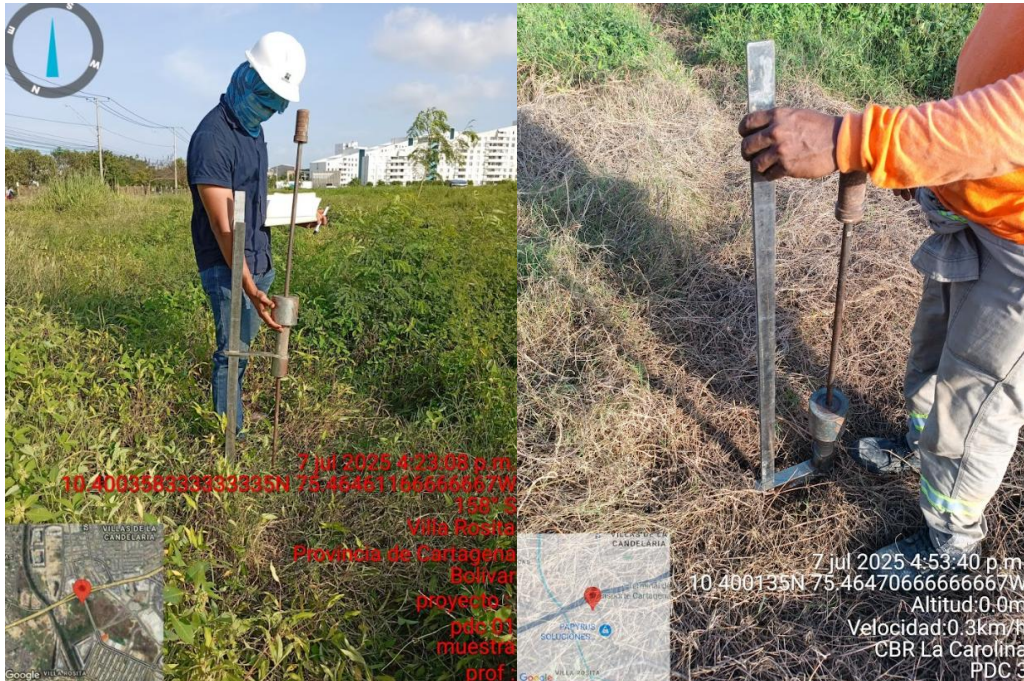
El Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC) es un ensayo de penetración in situ utilizado para evaluar la resistencia del suelo de forma rápida y continua a lo largo de la profundidad investigada. Para este estudio se realizaron cuatro ensayos, que estuvieron ubicados por toda la zona donde se proyecta la construcción de la pista de patinaje.

El procedimiento consiste en hincar en el terreno un cono metálico estandarizado mediante el impacto repetido de una maza (martillo) de peso y altura de caída conocidos, registrando la penetración obtenida en función del número de golpes aplicados.

El equipo está compuesto por:

- Un cono con ángulo de 60° y área basal determinada.
- Un vástago graduado que transmite la energía de los impactos al cono.
- Una maza de caída libre (normalmente entre 8kg), que se desliza por una guía y cae desde una altura estandarizada (por lo general 575 mm).

Durante el ensayo, se anota la penetración acumulada y la penetración por cada serie de golpes. A partir de estos datos, se calcula el Índice PDC (penetración media por golpe), el cual puede correlacionarse empíricamente con parámetros geotécnicos como el CBR (California Bearing Ratio) o la capacidad portante, empleando fórmulas ajustadas para el tipo de suelo evaluado.



La correlación de Saleh et al. (2008) es una relación empírica desarrollada para estimar el valor de CBR (%) a partir de los resultados del Índice PDC obtenido con el Penetrómetro Dinámico de Cono.

La fórmula se expresa como:

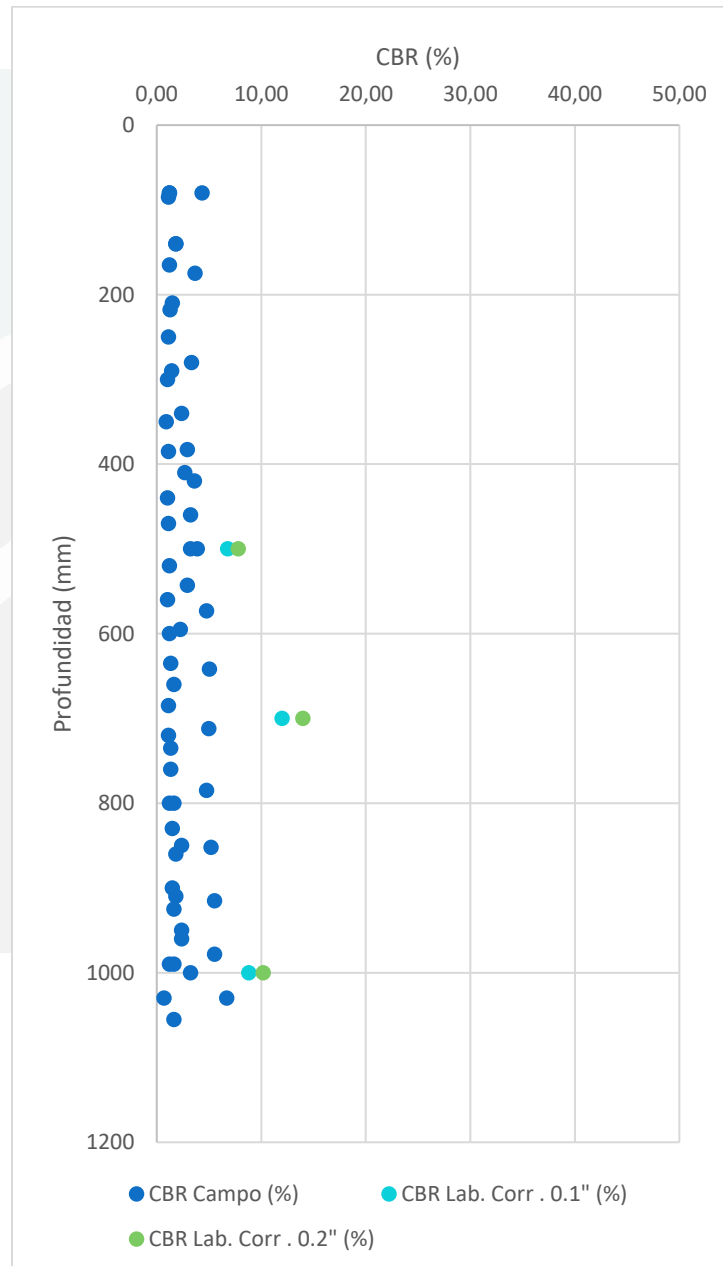
$$CBR = 150 \cdot (PDC)^{-1.25}$$

donde:

- **CBR:** California Bearing Ratio (%), indicador de la capacidad de soporte del suelo.
- **PDC:** Penetración media por golpe (mm/golpe), determinada en el ensayo de campo.

Esta correlación fue calibrada principalmente para suelos finos y subrasantes de baja a media capacidad portante, permitiendo una estimación rápida del CBR sin necesidad de ensayos de laboratorio, y es útil en el diseño y evaluación de estructuras de pavimento cuando se dispone de datos PDC.

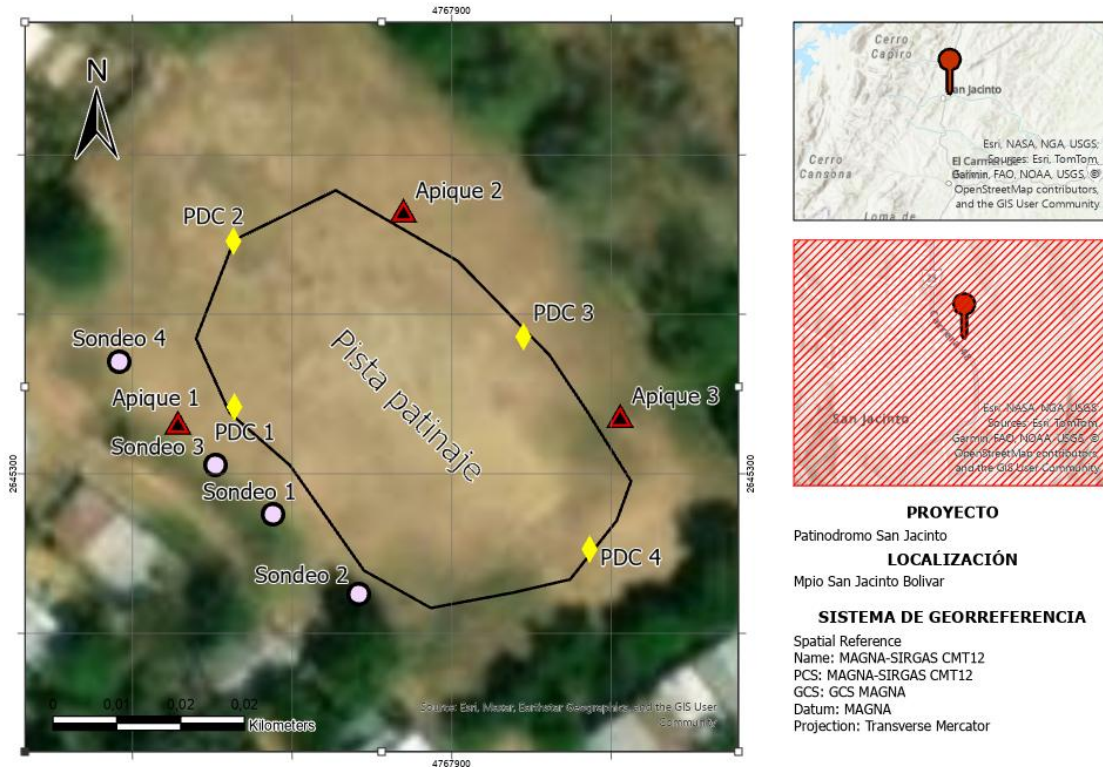
Figura 4. Resultados de ensayos PDC vs CBR en laboratorio.



6.3. APIQUES

Se ejecutaron **3 apiques**, a partir de estos se obtuvieron muestras representativas de suelos con las que se realizaron ensayos de laboratorio tales como CBR, Proctor, clasificación y límites de Atterberg.

Figura 5. Localización de sondeos, PDC y apiques realizados.



6.4. DETECCIÓN DEL NIVEL FREÁTICO

Durante la ejecución de los cuatro sondeos geotécnicos (S1 a S4) realizados en el área del proyecto, no se detectó la presencia de nivel freático hasta la profundidad máxima de exploración de 6.0 m. La ausencia de nivel freático superficial indica que el terreno se encuentra, al momento del estudio, bajo condiciones predominantemente no saturadas.

7. ESTRATIGRAFÍA

Con base en la información geotécnica obtenida en los sondeos ejecutados, se establece un perfil estratigráfico típico del terreno compuesto por suelos de naturaleza arcillosa, con variaciones texturales y coloraciones.

	De 0.0 a 0.5 metros: Se identifica una capa superficial de suelo orgánico y arcilla parda oscura, correspondiente al horizonte vegetal y material de alteración local. En algunos puntos se observan restos orgánicos y presencia de óxidos. Los valores SPT iniciales ($N \approx 4$) reflejan una consistencia muy blanda a blanda, propia de suelos con bajo grado de consolidación. Este nivel no es recomendable para apoyo directo de cimentaciones sin retiro o mejoramiento previo.
	De 0.5 a 3.5 metros: Predominan arcillas pardas oscuras a claras, de consistencia plástica y homogénea, con vetas de óxido. Los valores de resistencia a la penetración varían entre $N = 4$ y 8 golpes, lo que corresponde a una consistencia blanda a medianamente blanda. Este estrato representa el material predominante del subsuelo.
	De 3.0 a 6.0 metros: Se presenta una arcilla parda clara a amarillenta, con vetas amarillas, evidenciando un aumento gradual de resistencia con la profundidad. Los valores de penetración N entre 10 y 21 golpes indican una consistencia medianamente rígida a rígida, asociada a suelos más densos.

8. RESULTADO DE LOS ENSAYOS GEOTÉCNICOS DE LABORATORIO

Las muestras recuperadas en las perforaciones ejecutadas por medio de Ensayos de Penetración Estándar (SPT), una vez descritas e identificadas las muestras típicas en el laboratorio de Geotecnia y Materiales, se realizaron los siguientes ensayos geotécnicos:

- Peso unitario húmedo y seco
- Límites de Atterberg

- Granulometría por tamizado
- Humedad natural
- Gravedad específica

Figura 6. Variación de los parámetros geotécnicos con la profundidad – Sondeos y Apiques.

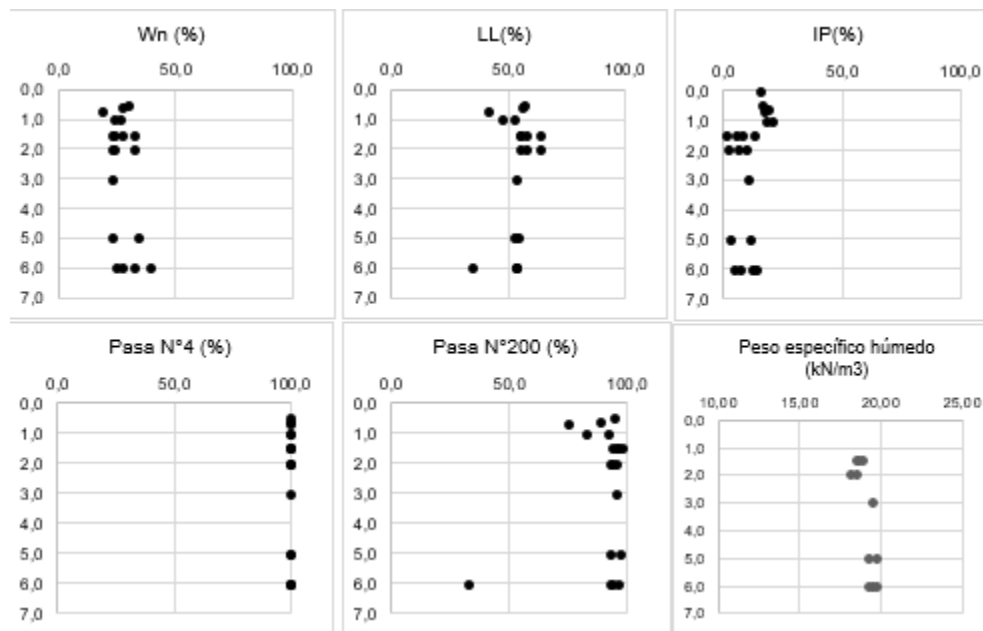


Figura 7. Variación de la plasticidad – Sondeos y Apiques.

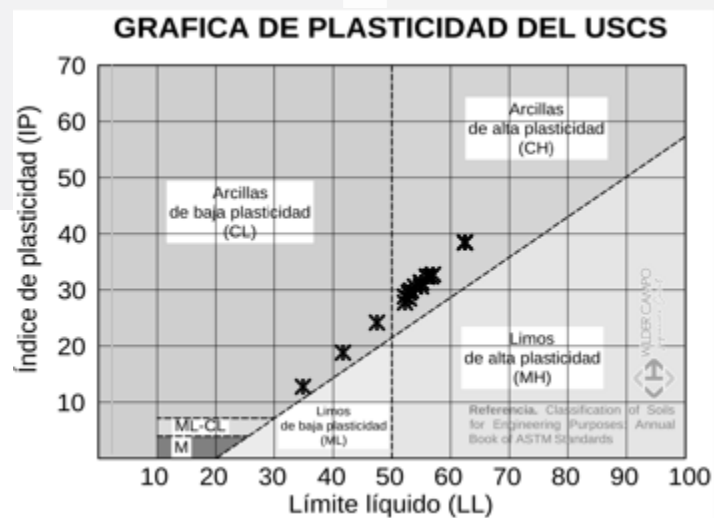


Tabla 1. Resumen de ensayos de laboratorio – Sodeos y Apiques.

SONDEO PROF.			Wn (%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	Pasa N°4	Pasa N°200	Clasificación	Gs	gt (kN/m ³)	gd (kN/m ³)
		Descripción										
1	1,5	Arcilla habana oscura	32,1	63,2	25,1	38,1	100,0	97,5	CH			
1	2,0	Arcilla habana oscura	32,1	63,2	25,1	38,1	100,0	92,8	CH	2,77	18,15	13,74
1	5,0	Arcilla parda oscura con vetas de oxido	33,6	54,2	24,1	30,1	100,0	96,8	CH		19,26	14,42
1	6,0	Arcilla parda gris con vetas de oxido	32,6	53,2	24,1	29,1	100,0	95,6	CH		19,52	14,72
2	1,5	Arcilla parda oscura con vetas de oxido	23,7	55,2	24,2	31,0	100,0	95,0	CH		18,65	15,08
2	2,0	Arcilla parda oscura con vetas de oxido	23,7	55,2	24,2	31,0	100,0	95,0	CH			
2	6,0	Arcilla parda clara con vetas grises	24,2	53,2	25,2	28,0	100,0	93,6	CH	2,75	19,72	15,88
3	1,5	Arcilla parda oscura con vetas de oxido	22,7	57,5	25,1	32,4	100,0	93,2	CH		18,50	15,11
3	2,0	Arcilla parda oscura con vetas de oxido	22,7	57,2	25,1	32,1	100,0	93,2	CH		18,50	15,11
3	3,0	Arcilla parda clara con gravillas	23,1	53,2	24,2	29,0	100,0	95,0	CH		19,50	15,80
3	5,0	Arcilla parda amarillenta con vetas grises, oxido y yeso	23,0	52,3	24,1	28,2	100,0	92,8	CH		19,82	16,11
3	6,0	Arena limo arcillosa amarillenta	38,9	34,3	22,1	12,2	100,0	32,1	CL	2,71		
4	1,5	Arcilla parda clara con vetas grises	27,3	55,2	25,1	30,1	100,0	96,0	CH		18,86	14,82
4	6,0	Arcilla parda clara con vetas grises y oxido	26,9	53,4	24,1	29,3	100,0	92,5	CH		19,33	15,23
APIQUE PROF.												
1	0,5	Arcilla habana oscura	29,8	56,3	24,2	32,1	100,0	94,0	CH			
1	0,7	Arcilla limo arenosa parda clara	18,6	41,2	23,0	18,2	100,0	74,6	CL			
2	1,0	Arcilla parda clara	25,9	52,3	25,1	27,2	100,0	92,0	CH			
3	0,6	Arcilla parda oscura con vetas de oxido	27,3	56,2	24,4	31,8	100,0	88,5	CH			
4	1,0	Arcilla parda clara	23,8	47,4	23,7	23,7	100,0	82,3	CL			

9. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOMECÁNICOS

9.1. Corrección del número de golpes

Para obtener los parámetros mecánicos, se corrigió el número de golpes de la prueba de penetración estándar en campo, por medio de la siguiente expresión:

$$N_{60} = \frac{N * \eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60}$$

En donde:

N_{60} Numero de golpes corregido

N Numero de golpes en campo

η_H Eficiencia de martinete (%)

η_B Corrección por el diámetro de la perforación

η_S Corrección del muestreador

η_R Corrección por longitud de barra

El ensayo SPT consiste en la introducción en el fondo de un sondeo geotécnico de un tomamuestras normalizado unido a un tren de varillas, mediante el golpe en la cabeza de ellas con una masa. El golpeo se contabiliza en tres o cuatro tramos de 15 cm de avance cada uno, denominándose valor N a la suma de los valores segundo y tercero. Inicialmente, el sistema de elevación y caída de la maza era de tipo manual, mediante un sistema de cabrestante, poleas y cuerdas.

Evidentemente la energía de golpeo que suministraba este método no correspondía al 100% de energía teórica de una caída totalmente libre, ya que las pérdidas por rozamiento y otros factores restaban parte de la energía teóricamente disponible.

Diversos estudios efectuados a lo largo del tiempo (Seed et al., 1985; Skempton, 1986; Cestari, 1990) han demostrado que los SPT realizados con el método antiguo (en uso en España al menos hasta 1.990), desarrollan una energía del orden del 60% de la teórica. A partir de la fecha citada empezaron a utilizarse sistemas automáticos de elevación y caída, con lo que el rendimiento aumentó, ya que se eliminaron parte de la fricción y otras pérdidas existentes con anterioridad. En cualquier caso, para el cálculo de correlaciones con otros parámetros geotécnicos se continúan aplicando las mismas fórmulas desarrolladas con el método antiguo, que proporciona el 60% de la energía.

Resulta pues evidente que, si los SPT modernos dan mayor energía, el golpeo N resultante debe corregirse por un factor de energía, de manera que se obtenga un valor SPT normalizado, denominado N_{60} .

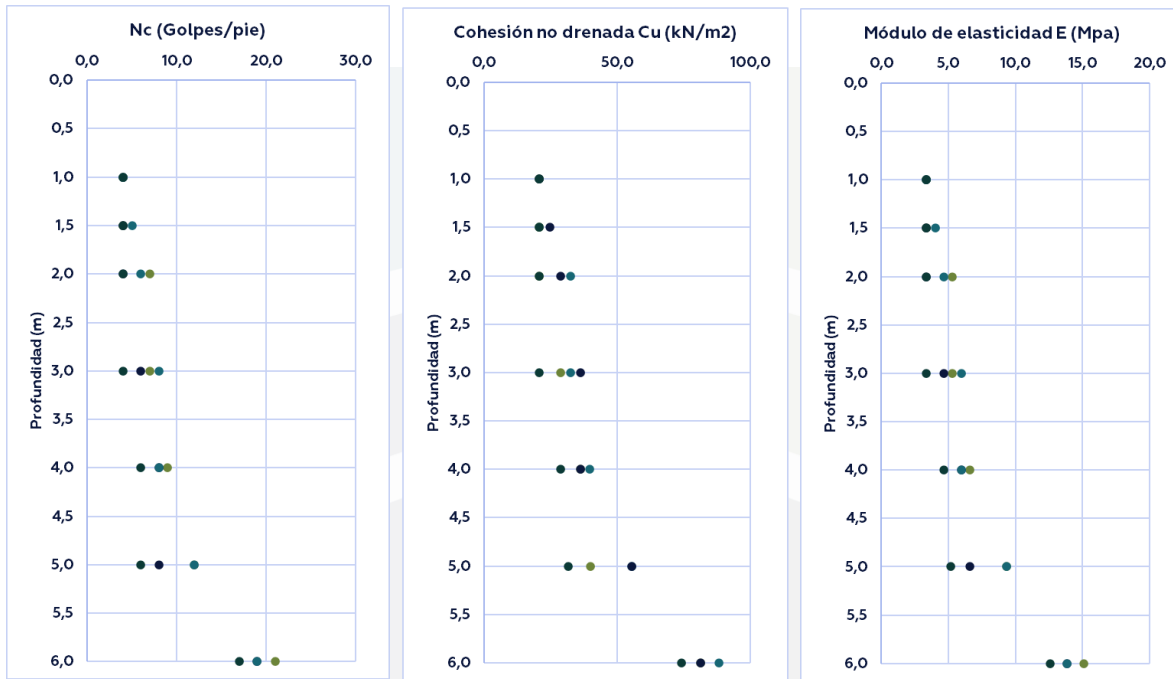
9.2. Parámetros geomecánicos a partir de correlaciones

Con base en diversas correlaciones ampliamente reconocidas en la literatura geotécnica, se ha establecido la estimación de parámetros mecánicos a partir del valor de resistencia a la penetración estándar corregido por energía (N_{60}). Para la determinación del ángulo de fricción interna (ϕ) se consideraron las propuestas de Peck (1974), Terzaghi (1948), Peck et al. (1953), Kishida (1969), JNR (1999), JRB (1986), Hatanaka & Uchida (1996) y Montenegro (2014), todas las cuales relacionan el valor de N o N_{60} con dicha propiedad de resistencia en suelos granulares.

Asimismo, para la estimación de la cohesión no drenada (C_u) en suelos cohesivos, se empleó la correlación planteada por Stroud (1974), basada también en el valor de N_{60} .

En cuanto al módulo de elasticidad (E), se utilizaron correlaciones propuestas por autores como Meigh & Nixon (1961), Bowles (1988) y Danziger et al. (1998), entre otros, quienes han establecido relaciones empíricas entre esta propiedad deformacional del suelo y el número de golpes corregido del ensayo SPT (N_{60}).

Figura 8. Parámetros geomecánicos correlacionados a partir del SPT.



10. TIPO DE PERFIL DEL SUELO DE ACUERDO CON LA NSR-10

Teniendo en cuenta la exploración geotécnica realizada y partiendo de los resultados del ensayo de Penetración Estándar, se determina el perfil del suelo conforme a lo descrito en la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 en el numeral **A.2.4.3.2**, literal **a**.

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

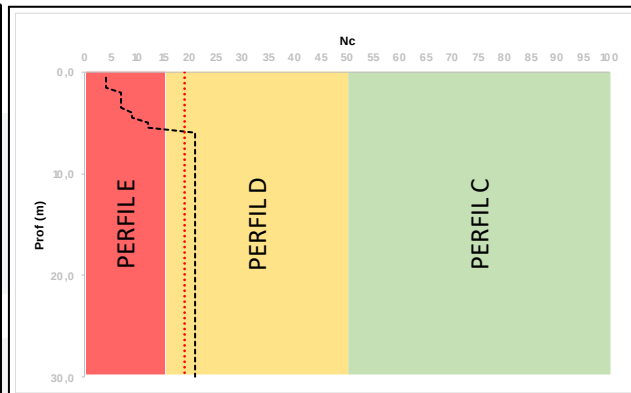
donde:

N_i = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i. El valor de N_i a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

PERFIL DEL SUELO SONDEO 1

Prof. (m)	N	Prof. (m)	N	Prof. (m)	N
0,5	4	10,5	21	20,5	21
1,0	4	11,0	21	21,0	21
1,5	4	11,5	21	21,5	21
2,0	7	12,0	21	22,0	21
2,5	7	12,5	21	22,5	21
3,0	7	13,0	21	23,0	21
3,5	7	13,5	21	23,5	21
4,0	9	14,0	21	24,0	21
4,5	9	14,5	21	24,5	21
5,0	12	15,0	21	25,0	21
5,5	12	15,5	21	25,5	21
6,0	21	16,0	21	26,0	21
6,5	21	16,5	21	26,5	21
7,0	21	17,0	21	27,0	21
7,5	21	17,5	21	27,5	21
8,0	21	18,0	21	28,0	21
8,5	21	18,5	21	28,5	21
9,0	21	19,0	21	29,0	21
9,5	21	19,5	21	29,5	21
10,0	21	20,0	21	30,0	21

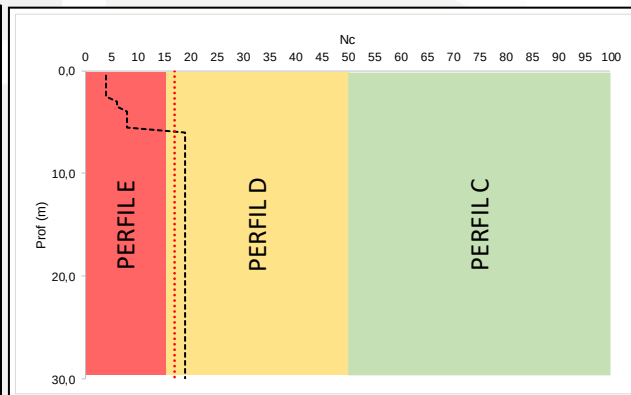
Npromedio= 19 Golpes/pie

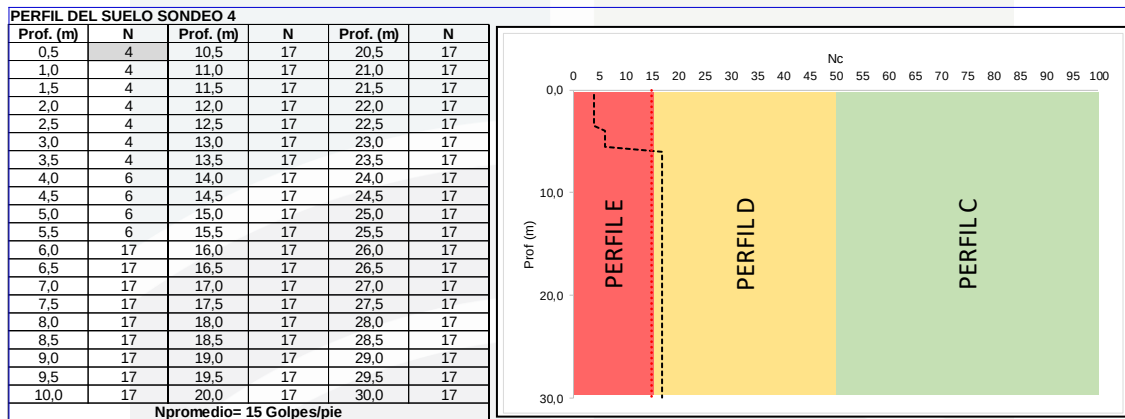
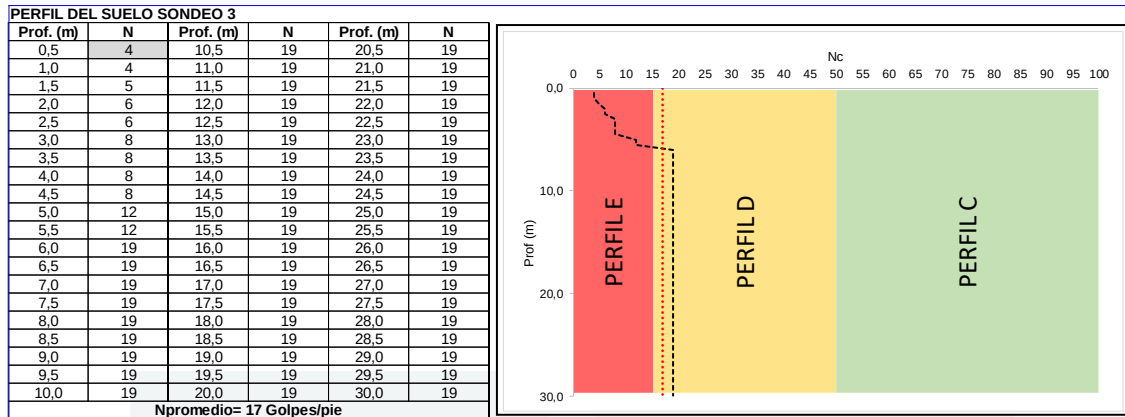


PERFIL DEL SUELO SONDEO 2

Prof. (m)	N	Prof. (m)	N	Prof. (m)	N
0,5	4	10,5	19	20,5	19
1,0	4	11,0	19	21,0	19
1,5	4	11,5	19	21,5	19
2,0	4	12,0	19	22,0	19
2,5	4	12,5	19	22,5	19
3,0	6	13,0	19	23,0	19
3,5	6	13,5	19	23,5	19
4,0	8	14,0	19	24,0	19
4,5	8	14,5	19	24,5	19
5,0	8	15,0	19	25,0	19
5,5	8	15,5	19	25,5	19
6,0	19	16,0	19	26,0	19
6,5	19	16,5	19	26,5	19
7,0	19	17,0	19	27,0	19
7,5	19	17,5	19	27,5	19
8,0	19	18,0	19	28,0	19
8,5	19	18,5	19	28,5	19
9,0	19	19,0	19	29,0	19
9,5	19	19,5	19	29,5	19
10,0	19	20,0	19	30,0	19

Npromedio= 17 Golpes/pie





En el caso de estudio, se obtuvo más de un promedio de 15 a 18 golpes/pie los primeros 30 metros, esto, infiriendo que el estrato es continuo y que las características geomecánicas (resistencia al corte y velocidad de onda de corte) se mantienen o incrementan en profundidad, se clasifica **perfil del suelo D**

11. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN CONFORME A LA NSR-10

Según lo establecido en el Título A, apartes A.2.3, A.2.4 y A.2.5 de la NSR-10, los efectos locales de respuesta sísmica de estructura deben evaluarse utilizando los siguientes parámetros:

Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10		
COEFICIENTE	CONVENCIÓN	MAGNITUD
Zona de amenaza sísmica	Baja	Baja
Coefficiente de aceleración pico efectiva	Aa	0.10
Coefficiente de velocidad pico efectiva	Av	0.10
Tipo de Perfil del suelo		D

Tabla 2. Clasificación de los perfiles de suelo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de onda de corte, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50$ ó $S_u \geq 100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15$ ó $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > S_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de onda de corte, o	$180 \text{ m/s} > V_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2) > S_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento A.2.10. Se contemplan la siguientes subclases: F1 - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F2 - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3 \text{ m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas) F3 - Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con índice de plasticidad $IP > 75$) F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36 \text{ m}$)	

Fuente: Tomado de Norma Sismo Resistente NSR-10.

12. ANÁLISIS DE INGENIERÍA

12.1. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

En 1943, Terzaghi fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones aproximadamente superficiales.

Falla por corte general

Considerando que si se tiene una cimentación corrida con un ancho B la cual es soportada por un suelo denso o cohesivo firme, si la carga que soporta dicho suelo es incrementada de forma gradual, habrá un aumento en el asentamiento llegando al punto en el cual la carga por unidad de área es igual a la capacidad de carga última, ocurrirá entonces una

falla repentina en el suelo, esta falla es llamada falla por corte general. Se presenta en arenas densas y arcillas rígidas.

Su principal característica es una superficie de falla continua que comienza en el borde de la cimentación y llega a la superficie del terreno, es una falla frágil y súbita, llegando al punto de ser catastrófica, y si la estructura no permite la rotación de las zapatas, puede ocurrir con cierta inclinación visible de la cimentación, lo que provoca hinchamiento del suelo a los lados, el colapso final se presenta en un solo lado.

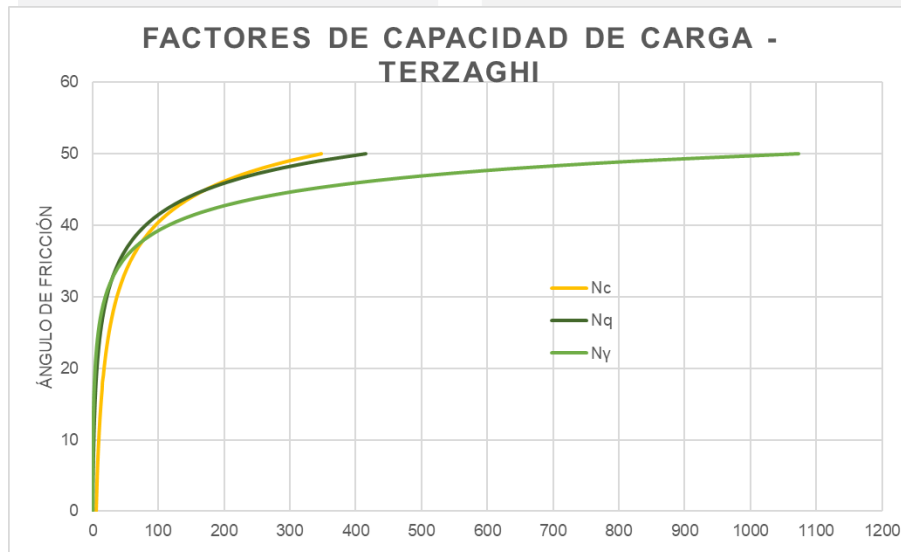
Para el cálculo de capacidad de carga según Terzaghi (1943), se tienen en cuenta unos factores de capacidad de carga adimensionales y están en función del ángulo de fricción interna del suelo.

$$N_c = \cot(\phi') \left[\frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan(\phi')}}{2\cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2}\right)} - 1 \right]$$

$$N_q = \left[\frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan(\phi')}}{2\cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2}\right)} \right]$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2} - 1 \right) \tan(\phi')$$

K_{py} = Coeficiente de presión pasiva



Para cimentaciones cuadradas describe una fórmula general:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

C' = Cohesión

q = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

γ = peso específico del suelo

B = Ancho de la cimentación

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga

Asentamientos

El asentamiento elástico de cimentaciones superficiales se puede estimar utilizando la teoría elástica conforme a la ley de Hooke.

En teoría, si la cimentación es perfectamente flexible, el asentamiento se puede expresar como

$$S_e = q_0(\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

Donde

q_0 = presión neta aplicada sobre la cimentación

μ_s = relación de Poisson del suelo

E_s = módulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación, medido desde $z = 0$ a aproximadamente $z = 5B$

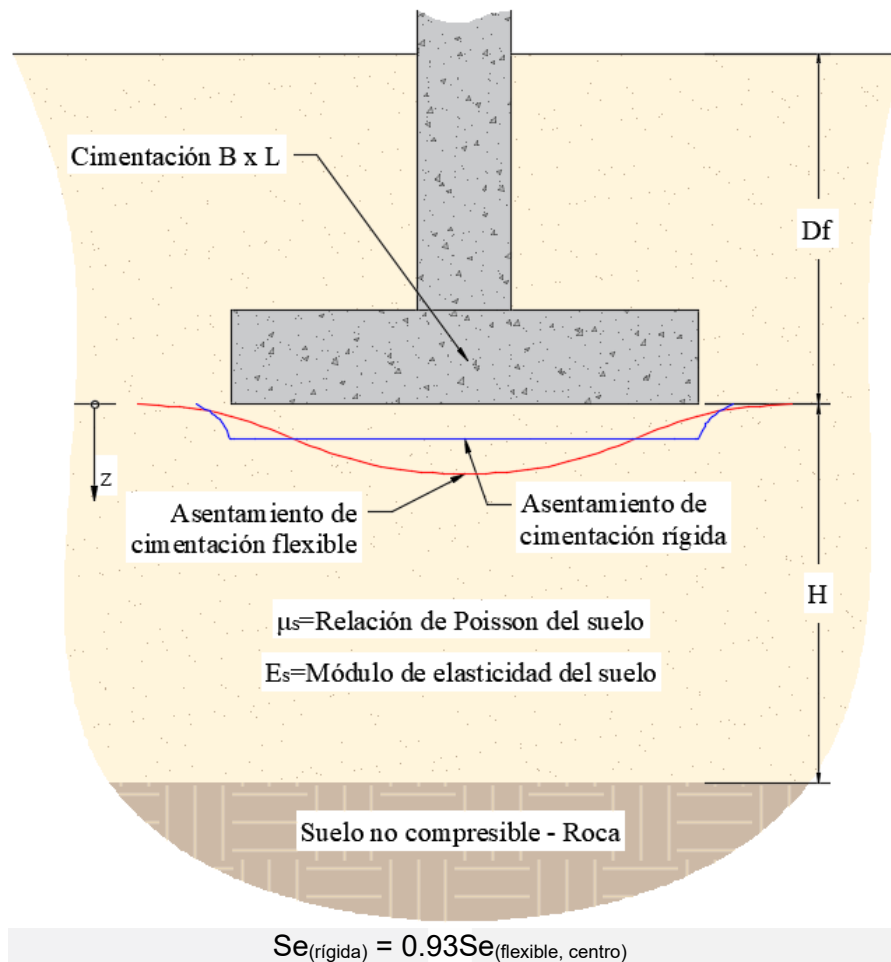
$B' = B/2$ para el centro de la cimentación - B para una esquina de la cimentación

I_s = factor de forma (Steinbrenner, 1934)

$$I_s = F_1 + \frac{1 - 2\mu_s}{1 - \mu_s} F_2$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi} (A_0 + A_1)$$

Tabla 3. Asentamientos para cimentaciones flexibles y rígidas



Se propone la disposición de una capa de mejoramiento granular de 0.30 m de espesor, conformada por Recebo Tipo 1 según la INV E-610:2022, encapsulada con geotextil no tejido NT-1600, con el propósito de actuar como capa de transición entre la cimentación y el subsuelo arcilloso. La capa mejora la uniformidad del contacto suelo-cimentación y limita posibles asentamientos diferenciales locales, además de proporcionar una superficie de apoyo regular y estable para la construcción.

Imagen 1. Esquema de mejoramiento

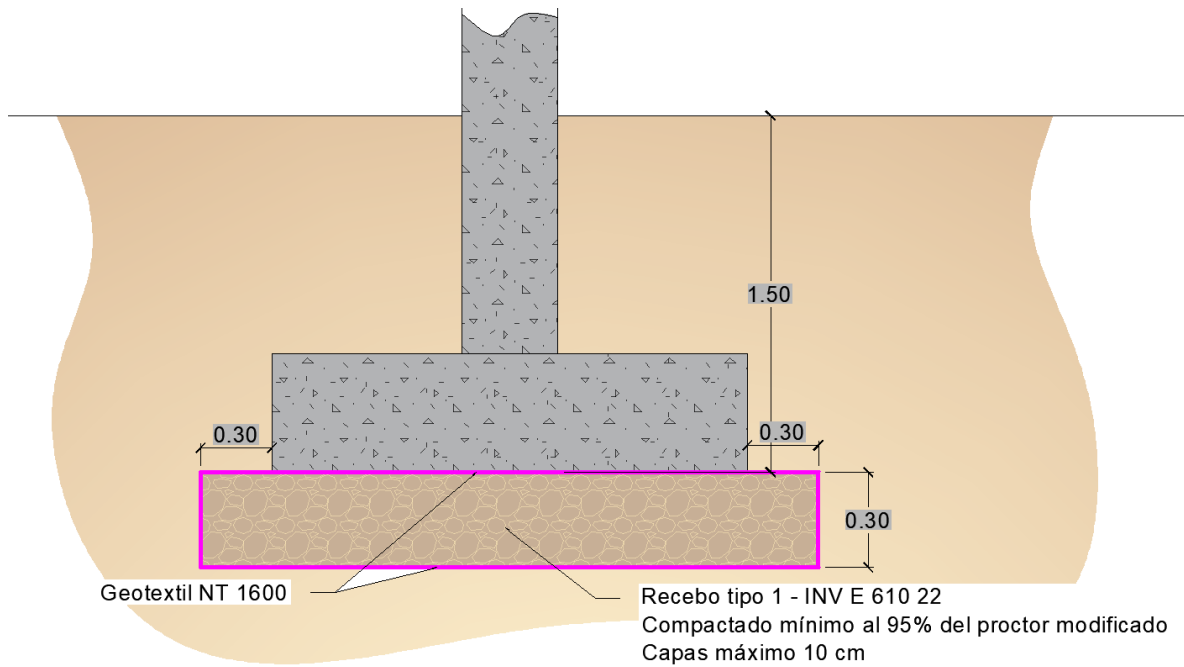


Figura 9. Capacidad admisible y asentamientos elásticos.

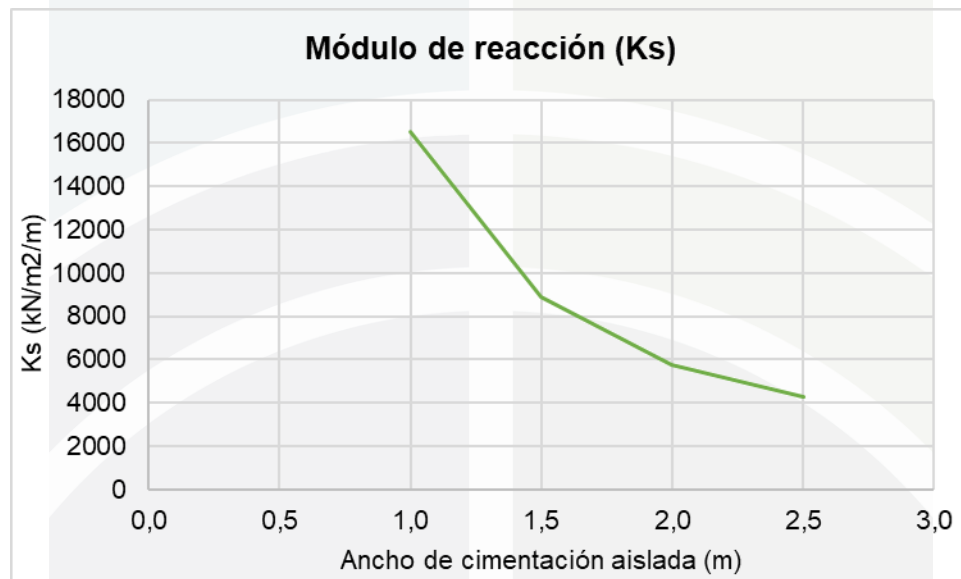
Cimentación cuadrada

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Desplante	Ancho	Largo	Peso específico	Nivel freático	Caso NAF	Peso específico efectivo	Sobrecarga	Cohesión	Ángulo de fricción	Factores Capacidad			Capacidad última	Capacidad admisible
Df	B	L	γ	NF		γ'	q	C	ϕ	Nc	Nq	N γ	q _u	q _{adm}
m	m	m	kN/m ³	m		kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	°				kN/m ²	kN/m ²
1,5	1,0	1,0	17,5	NP	CASO III	17,5	26,3	40	0	5,7	1,0	0,0	323	108
1,5	1,5	1,5	17,5	NP	CASO III	17,5	26,3	40	0	5,7	1,0	0,0	323	108
1,5	2,0	2,0	17,5	NP	CASO III	17,5	26,3	40	0	5,7	1,0	0,0	323	108
1,5	2,5	2,5	17,5	NP	CASO III	17,5	26,3	40	0	5,7	1,0	0,0	323	108

Cimentación cuadrada

Desplante	Ancho	Largo	B/L	Df/B	B'	Profundidad de influencia	Relación de Poisson	Módulo de elasticidad promedio	Presión neta			Asentamiento elástico	Asentamiento elástico permisible	Módulo de reacción	Capacidad admisible por asentamientos
Df	B	L	B/L	Df/B	B'	H(z)	μ_s	Es	q _o	I _f	I _s	Se		Ks	q _A
m	m	m			m	m		MN/m ²	kN/m ²			mm	mm	kN/m ² /m	kN/m ²
1,5	1,0	1,0	1,00	1,50	0,50	5,0	0,4	7	108	0,64	0,45	6,5	6,5	16521	108
1,5	1,5	1,5	1,00	1,00	0,75	7,5	0,4	7	108	0,65	0,51	12,1	12,1	8896	108
1,5	2,0	2,0	1,00	0,75	1,00	10,0	0,4	7	108	0,70	0,55	18,6	18,6	5782	108
1,5	2,5	2,5	1,00	0,60	1,25	12,5	0,4	7	108	0,74	0,57	25,1	25,1	4283	108



12.2. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

12.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

El diseño del pavimento flexible para la pista del patinódromo del municipio de San Jacinto, Bolívar, se realizó aplicando la metodología establecida en el "MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO" (INVÍAS, 2007).

La selección de este manual se fundamenta en las características especiales del patinódromo como infraestructura deportiva con volumen de tránsito extremadamente bajo, lo cual permite optimizar el diseño estructural sin comprometer la funcionalidad y durabilidad del pavimento.

12.2.1.1. Características del Proyecto

El patinódromo es una infraestructura deportiva especializada que presenta las siguientes particularidades:

a) Tipo de uso:

- Infraestructura exclusivamente deportiva
- Uso por patinadores y atletas sobre patines
- No está diseñado para tránsito vehicular regular
- Acceso vehicular limitado únicamente a:
 - Vehículos de mantenimiento (ocasional)
 - Ambulancias en caso de emergencia
 - Vehículos de servicio para eventos deportivos

b) Cargas aplicadas:

- **Carga principal:** Patinadores (peso máximo estimado: 100 kg por persona)
- **Cargas eventuales:** Vehículos livianos de mantenimiento y emergencia
- **Sin tránsito de carga:** No circulan vehículos pesados ni camiones
- **Intensidad de uso:** Media a baja en términos de repeticiones de carga

12.2.2. REDUCCIÓN DE EJES EQUIVALENTES

12.2.2.1. Concepto de Ejes Equivalentes

El método AASHTO (adoptado por el Manual INVÍAS) utiliza como parámetro fundamental de diseño el **Número de Ejes Equivalentes de 80 kN (18,000 lb)** esperados durante el período de diseño. Este concepto transforma todas las cargas que actuarán sobre el pavimento a un número equivalente de aplicaciones de un eje estándar.

12.2.2.2. Tránsito Esperado en un Patinódromo

Para el patinódromo de San Jacinto, se realizó el siguiente análisis de tránsito, teniendo en cuenta que los vehículos livianos tienen factores de equivalencia muy bajos:

- Vehículo de 2,500 kg $\approx$ Factor 0.002 (aproximadamente)
- Vehículo de 3,500 kg $\approx$ Factor 0.01 (aproximadamente)

Cálculo conservador:

$$N = 380 \text{ pasadas} \times 0.01 \text{ (factor promedio conservador)}$$

$$N \approx 4 \text{ ejes equivalentes de } 80 \text{ kN}$$

Este valor es extremadamente bajo y prácticamente despreciable desde el punto de vista del diseño de pavimentos.

12.2.2.3. Valor de Diseño Adoptado

Considerando:

- El tránsito real calculado (~4 ejes equivalentes)
- La necesidad de un margen de seguridad
- Posibles eventos especiales no previstos
- Requisitos mínimos del manual INVÍAS

Se adoptó un valor de diseño de $N = 10,000$ ejes equivalentes de 80 kN, que representa:

Categoría de tránsito: T1 ($N < 150,000$) según Manual INVÍAS

12.2.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

Parámetro	Valor	Unidad
Período de diseño	10	años
Ejes equivalentes (N)	10,000	ejes
Confiabilidad (R)	70	%
Desviación normal (Zr)	-0.524	-
Desviación estándar (So)	0.44	-
Pérdida serviciabilidad (ΔPSI)	2.2	-
CBR de diseño	2.44	%

12.2.4. CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE

12.2.4.1. Ensayos de Laboratorio

Se realizaron ensayos de CBR en condición inalterada y sumergida sobre muestras obtenidas de la exploración geotécnica. Los valores de CBR sumergido fueron seleccionados para el diseño de la estructura del pavimento del patinódromo, en cumplimiento del criterio de diseño conservador que establece el uso de las condiciones más desfavorables de resistencia. Esta metodología garantiza que el pavimento mantendrá su capacidad de soporte incluso bajo condiciones de saturación prolongada del suelo, representando el escenario crítico de solicitud durante la vida útil de la infraestructura:

Muestra	CBR (%)
M-1	1.5
M-2	1.6
M-3	3.3
M-4	1.9
M-5	3.9

Análisis estadístico:

- CBR Promedio: 2.44%
- Desviación Estándar: 1.1%
- Coeficiente de Variación: 44.7%

12.2.4.2. CBR de Diseño

CBR de diseño = 2.44%

Conforme a la metodología del Manual INVÍAS, se adoptó el valor promedio debido a la homogeneidad del material.

12.2.4.3. Categoría de Subrasante

Categoría: S1 (Subrasante Mala)

Rango CBR: $CBR \leq 3\%$

Módulo resiliente calculado:

$M_r = 4522 \text{ psi}$

$$\text{Ecuación: } M_r (\text{psi}) = 2,555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

$$M_r = 2,555 \times 2.44^{0.64} = 4522 \text{ psi}$$

12.2.4.4. Clasificación Climática Resultante

Por temperatura:

- Temperatura media anual: 28.9°C
- Clasificación: CÁLIDO

Por humedad:

- Índice de Humedad (Im): -22.6
- Clasificación: S1 (SEMIÁRIDO)
- Rango: $-40 < I_m < -20$

Zona climática: CÁLIDO - SEMIÁRIDO (S1)

12.2.5. METODOLOGÍA DE DISEÑO - AASHTO 93

El diseño del pavimento se realizó mediante el método AASHTO 1993, adoptado por el Manual INVÍAS. Este método utiliza como base la ecuación empírica desarrollada por AASHTO que relaciona el número estructural (SN) con las características del tránsito, subrasante, clima y niveles de servicio requeridos.

Ecuación de diseño:

$$\log_{10}(N) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{[\log_{10}(\Delta PSI / (4.2 - 1.5))]}{[0.40 + 1094 / (SN + 1)^{5.19}] + 2.32 \times \log_{10}(M_r) - 8.07}$$

SN requerido = 1.70

Verificación:

- Lado izquierdo: $\log_{10}(N) = 4.0$

- Lado derecho: 3.999
- Diferencia: 0.001 ✓ (acceptable)

12.2.6. COEFICIENTES ESTRUCTURALES Y DE DRENAJE

12.2.6.1. Coeficientes Estructurales (a_i)

Según Tabla 5.1 del Manual INVÍAS, para zona climática CÁLIDA:

Capa	Material	Coeficiente
Carpeta	MDC-2 (Mezcla Densa en Caliente)	$a_1 = 0.38$
Base	BG (Base Granular)	$a_2 = 0.14$
Subbase	SBG (Subbase Granular)	$a_3 = 0.12$

12.2.6.2. Coeficientes de Drenaje (m_i)

Según Tabla 5.2 del Manual INVÍAS (Pág. 80), para clima SEMIÁRIDO (S1):

Capa	Coeficiente	Justificación
Base Granular (BG)	$m_2 = 1.05$	Buen drenaje, baja saturación
Subbase Granular (SBG)	$m_3 = 1.05$	Buen drenaje, baja saturación

12.2.7. DETERMINACIÓN DE ESPESORES

12.2.7.1. Estructura de Pavimento Adoptada

Alternativa 5 del Manual INVÍAS: MDC-2 + Base Granular + Subbase Granular

Esta estructura es apropiada para nivel de tránsito T1 con subrasante categoría S1.

12.2.7.2. Cálculo de Espesores por Capas

Ecuación del número estructural:

$$SN = a_1 \times h_1 + a_2 \times h_2 \times m_2 + a_3 \times h_3 \times m_3$$

Donde h_i son los espesores en pulgadas

CAPA 1: Carpeta Asfáltica (MDC-2)

Espesor adoptado: 40 mm (1.57 pulgadas)

Justificación:

Aunque el manual establece 75 mm como mínimo para este tipo de vías, la reducción del espesor de la carpeta asfáltica de a 40 mm se realiza considerando que el patinódromo es una infraestructura deportiva recreativa que no recibirá tránsito vehicular, únicamente usuarios de patines, patinetas y bicicletas con cargas mínimas que no superan los 100 kg. Esto contrasta radicalmente con una vía vehicular convencional que debe soportar vehículos de hasta 11,500 kg (buses y camiones). El espesor propuesto de 40 mm es suficiente para garantizar la impermeabilización, durabilidad y confort de la superficie de patinaje, cumple con las especificaciones técnicas de compactación

Apropiado para tránsito T1

Aporte estructural: $SN_1 = 0.38 \times 1.57 = 0.60$

CAPA 2: Base Granular (BG)

Espesor adoptado: 200 mm (7.87 pulgadas)

Justificación:

Espesor mínimo constructivo: 150 mm

Espesor adoptado: 200 mm para mayor estabilidad

Distribución uniforme de cargas

Aporte estructural: $SN_2 = 0.14 \times 7.87 \times 1.05 = 1.16$

CAPA 3: Subbase Granular (SBG)

Espesor adoptado: 150 mm (5.91 pulgadas)

Cálculo del espesor requerido:

$SN_3 = SN_{\text{total}} - SN_1 - SN_2 = 1.70 - 0.6 - 1.16 = -0.06$

No se requiere subbase desde punto de vista estructural, sin embargo, se adopta espesor mínimo constructivo:

Justificación:

Espesor mínimo constructivo: 150 mm

Mejora la plataforma de trabajo

Protege la subrasante durante construcción

Aporte estructural: $SN_3 = 0.12 \times 5.91 \times 1.05 = 0.74$

12.2.8. Verificación del Diseño

SN proporcionado	$0.60 + 1.16 + 0.74 = 2.5$
SN requerido	1.28
Factor de seguridad	$2.50 / 1.70 = 1.47$
	✓ El diseño cumple ampliamente

12.2.9. Sección Típica

Capa	Material	Espesor
CAPA 1	MDC-2 (Carpeta Asfáltica)	40 mm
CAPA 2	Base Granular (BG)	200 mm
CAPA 3	Subbase Granular (SBG)	150 mm
	ESPESOR TOTAL	390 mm



12.2.10. Especificaciones Técnicas por Capa

CARPETA ASFÁLTICA - MDC-2:

- Granulometría: MDC-2 (Mezcla Densa tipo 2)
- Compactación: $\geq 98\%$ de la densidad Marshall
- Temperatura de colocación: 135-165°C
- Acabado: Liso, uniforme, sin segregación
- Tolerancia superficial: ± 5 mm en 3 m de regla

BASE GRANULAR (BG):

- Material: Agregado triturado o parcialmente triturado
- CBR: $\geq 80\%$ (referido al 100% de densidad seca)
- Desgaste (Los Ángeles): $\leq 40\%$
- Índice de Plasticidad: 4-9%
- Compactación: $\geq 100\%$ Proctor Modificado

SUBBASE GRANULAR (SBG):

- Especificación: Artículo 320 (INVÍAS)
- Material: Agregado natural o triturado
- CBR: $\geq 30\%$ (referido al 95% de densidad seca)
- Índice de Plasticidad: $\leq 6\%$
- Compactación: $\geq 95\%$ Proctor Modificado

12.2.11. Resumen ejecutivo del diseño

PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
TRÁNSITO		
Ejes equivalentes (N)	10,000 ejes	Nivel T1 - Muy conservador
Período de diseño	10 años	Estándar para bajos volúmenes
Confiabilidad	70%	Apropiado para T1
SUBRASANTE		
CBR de diseño	2.44%	Categoría S3 (Regular)
Módulo resiliente	4522 psi	Calculado según AASHTO
Clasificación SUCS	CH	Arcilla alta plasticidad
CLIMA		

Temperatura	Cálido (28.9°C)	Zona climática definida
Humedad	Semiárido (Im = -22.6)	Clasificación S1
ESTRUCTURA		
Carpeta MDC-2	40 mm	Art. 450 INVÍAS
Base Granular	200 mm	Art. 330 INVÍAS
Subbase Granular	150 mm	Art. 320 INVÍAS
Espesor total	390 mm	15.3 pulgadas
VERIFICACIÓN		
SN proporcionado / requerido	2.50/ / 1.70	FS = 1.47 ✓

13. CONCLUSIONES

El subsuelo del área del proyecto está conformado principalmente por arcillas pardas oscuras y claras, con presencia de vetas amarillas y óxidos, mostrando una transición progresiva desde materiales blandos en superficie hacia arcillas de consistencia medianamente rígida a rígida a partir de los 3.5 m de profundidad, lo cual es coherente con los valores crecientes del SPT registrados en los sondeos.

Los resultados del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) muestran valores entre N = 4 y 21 golpes, indicando un incremento sostenido de la rigidez del terreno. Este comportamiento refleja un depósito cohesivo con consolidación natural, donde la resistencia relativa mejora con la profundidad.

Durante la ejecución de los cuatro sondeos hasta 6.0 m de profundidad no se identificó nivel freático, lo que sugiere condiciones de humedad no saturada y estabilidad hidrogeológica favorable para la construcción de cimentaciones superficiales.

Los análisis realizados permiten concluir que el terreno presenta características adecuadas para el uso de cimentaciones superficiales en las estructuras proyectadas (gradería y batería sanitaria), siempre que se garantice la implementación del mejoramiento recomendado.

Se recomienda la instalación de una capa de mejoramiento granular de 0.30 m, conformada por Recebo Tipo 1 (INV E-610:2022) encapsulado en geotextil no tejido NT-1600, cuya función principal es regularizar la superficie de apoyo, evitar la contaminación del material granular con el suelo cohesivo y promover una distribución más uniforme de esfuerzos, reduciendo el riesgo de asentamientos diferenciales.

Según los criterios establecidos en la NSR-10, el terreno se clasifica como Perfil de Suelo Tipo D.

En relación con el diseño de pavimentos, los valores de CBR entre 1.7 % y 3.3 % ubican la subrasante dentro de la categoría S1 según INVIAS, lo que justifica el uso de una estructura de pavimento compuesta por carpeta asfáltica, base granular y subbase granular, con un espesor total de 390 mm, garantizando el desempeño adecuado de la pista de patinaje bajo cargas repetitivas.

14. RECOMENDACIONES

Antes de la conformación de las áreas de cimentación, se deberá retirar completamente el estrato superficial correspondiente al horizonte orgánico, identificado en aproximadamente los primeros 0.50 m, dado que este material presenta baja resistencia, alta compresibilidad y comportamiento inadecuado para soportar cargas estructurales. La subrasante final deberá quedar conformada únicamente por material mineral competente.

Se recomienda implementar un sistema eficiente de drenaje superficial, mediante cunetas, canales o pendientes adecuadas que garanticen la rápida evacuación del agua lluvia. El terreno alrededor de las estructuras debe diseñarse con pendientes positivas, evitando acumulación de agua cerca de zapatas, pedestales, graderías o zonas pavimentadas.

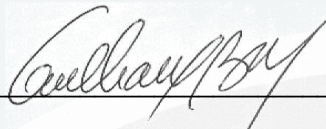
Es indispensable evitar la formación de charcos o zonas deprimidas donde el agua pueda permanecer estancada. El encharcamiento prolongado sobre suelos arcillosos reduce su rigidez y resistencia, pudiendo generar incrementos de humedad, ablandamiento local, asentamientos no uniformes y deterioro prematuro del pavimento. Todos los materiales utilizados en el proyecto, incluyendo el recebo del mejoramiento, la subbase granular (SBG), la base granular (BG) y los materiales de relleno o nivelación, deberán ser compactados a un mínimo del 95 % de la densidad seca máxima obtenida por Proctor Modificado (INV E-142). Se deberán realizar controles de densidad in situ durante cada tongada para garantizar el cumplimiento de esta condición.

Bajo las cimentaciones se deberá instalar la capa de mejoramiento de 0.30 m de Recebo Tipo 1, conforme al INV E-610:2022, encapsulada con geotextil no tejido NT-1600 que evite la contaminación por finos y mejore la uniformidad en la distribución de esfuerzos. La compactación de esta capa deberá alcanzar igualmente el 95 % Proctor Modificado.

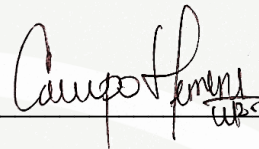
Durante la excavación se debe verificar que la subrasante presente consistencia homogénea, libre de materiales sueltos o saturados. Sectores puntuales con pérdida de rigidez deberán retirarse y reemplazarse por material seleccionado compactado.

En periodos húmedos se recomienda limitar la exposición prolongada de excavaciones abiertas, evitar el tránsito de maquinaria sobre subrasante sin protección y asegurar que el mejoramiento y las capas granulares no queden expuestas a saturación antes de su compactación y confinamiento.

Atentamente,



GUILLIAM BARBOZA MIRANDA
Ingeniero Civil – MSc en Geotecnia
TP. 1320236775 BLV



WILDER CAMPO HERRERA
Ingeniero Civil
TP. 031037-0576240 BLV

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT): NORMA ASTM D 1586 / INV E 111 - 13

SONDEO 1

Cliete: Universidad de Cartagena

Proyecto: Patinodromo San Jacinto

Localización: San Jacinto, Bolivar

Fecha: nov-25

Nivel Freático: 1,2 m

Profundidad: 6,0 m

Coordenadas:

Prof. (m)	Muestra Tipo	Estratigrafía	Descripción	SPT Golpes/pie		Wn (%)	Análisis de consistencia			Pasa N°4 (%)	Pasa N°200 (%)	Clasificación SUCS	Gs	gt (kN/m3)	gd (kN/m3)
					0 5 10 15 20 25		LL(%)	LP(%)	IP(%)						
0,2	PB		Capa vegetal		0,5										
1,0	PB		Arcilla parda oscura	0	1,0										
1,5	SS		Arcilla habana oscura	4	1,5	32,1	63,2	25,1	38,1	100	97,5	CH	2,765	18,2	13,74
2,0	SS			7	2,0										
2,5	SS			7	2,5										
3,0	SS			7	3,0										
3,5	SS		Arcilla parda oscura con vetas de oxido		3,5										
4,0	SS			9	4,0										
4,5	SS				4,5										
5,0	SS			12	5,0	33,6	54,2	24,1	30,1	100	96,8	CH		19,3	14,42
5,5	SS				5,5										
6,0	SS		Arcilla parda gris con vetas de oxido	21	6,0	32,6	53,2	24,1	29,1	100	95,9	CH		19,5	14,72

Ensayó:

Jorge Rodriguez

Revisó y aprobó:

Wilder Campo

WILDER CAMPO

Encargado de labores:

Emiro Estrada

Tipo de muestra

PB: Paladraga y barra

SS: Split Spoon

SH: Sheby

L: Lavado

Los valores marcados con asterisco (*) fueron hallados por correlación a partir del ensayo de SPT

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT): NORMA ASTM D 1586 / INV E 111 - 13

SONDEO 2

Cliente: Universidad de Cartagena

Proyecto: Patinodromo San Jacinto

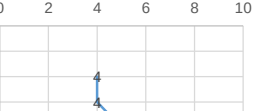
Localización: San Jacinto, Bolivar

Fecha: nov-25

Nivel Freático: NP

Profundidad: 6.0 m

Coordenadas:

Prof.	Muestra	Estratigrafía	Descripción	SPT		Wn (%)	Análisis de consistencia			Pasa N°4	Pasa N°200	Clasificación	Gs	gt	gd	
(m)	Tipo			Golpes/pie			LL(%)	LP(%)	IP(%)	(%)	(%)	SUCS		(kN/m3)	(kN/m3)	
0,1	PB		Capa vegetal		0,5											
1,0	PB		Arcilla parda oscura	0	1,0											
1,5	SS		Arcilla parda oscura con vetas de oxido	4	1,5	23,7	55,2	24,2	31	100	95	CH		18,7	15,08	
2,0	SS			4	2,0											
2,5	SS				2,5											
3,0	SS		Arcilla parda clara con vetas grises	6	3,0											
3,5	SS				3,5											
4,0	SS			8	4,0											
4,5	SS				4,5											
5,0	SS			8	5,0											
5,5	SS				5,5											
6,0	SS			9	6,0	24,2	53,2	25,2	28	100	93,6	CH	2,753	19,7	15,88	

Ensayó: Jorge Rodriguez
Encargado de labores: Emiro Estrada

Revisó y aprobó:

Wilder Campo

WILDER CAMPO

Los valores marcados con asterisco (*) fueron hallados por correlación a partir del ensayo de SPT

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT): NORMA ASTM D 1586 / INV E 111 - 13

SONDEO 3

Cliente: Universidad de Cartagena

Proyecto: Patinodromo San Jacinto

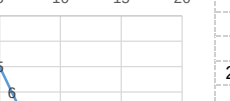
Localización: San Jacinto, Bolivar

Fecha: nov-25

Nivel Freático: NP

Profundidad: 6.0 m

Coordenadas:

Prof.	Muestra		Estratigrafía	Descripción	SPT		Wn (%)	Análisis de consistencia				Pasa N°4	Pasa N°200	Clasificación	Gs	gt	gd
(m)	Tipo			Golpes/pie	LL(%)		LP(%)	IP(%)	(%)	(%)	SUCS	(kN/m3)	(kN/m3)				
0,1	PB			Capa vegetal		0,5											
1,0	PB			Arcilla parda oscura	0	1,0											
1,5	SS			Arcilla parda oscura con vetas de oxido	5	1,5	22,7	57,2	25,1	32,1	100	93,2	CH		18,5	15,11	
2,0	SS				6	2,0											
2,5	SS			Arcilla parda clara con gravillas		2,5											
3,0	SS				8	3,0	23,1	53,2	24,2	29	100	95	CH		19,5	15,80	
3,5	SS					3,5											
4,0	SS			Arcilla parda amarillenta con vetas grises, oxido y yeso	8	4,0											
4,5	SS					4,5											
5,0	SS				12	5,0	23	52,3	24,1	28,2	100	92,8	CH		19,8	16,11	
5,5	SS					5,5											
6,0	SS			Arena limo arcillosa amarillenta	19	6,0	38,9	34,3	22,1	12,2	100	32,1	CL	2,708	17,7*	12,74	

Ensayó:

Jorge Rodriguez

Encargado de labores:

Emiro Estrada

Revisó y aprobó:

Wilder Campo

WILDER CAMPO

Los valores marcados con asterisco (*) fueron hallados por correlación a partir del ensayo de SPT

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTNDAR (SPT): NORMA ASTM D 1586 / INV E 111 - 13

SONDEO 4

Cliente: Universidad de Cartagena

Proyecto: Patinodromo San Jacinto

Localización: San Jacinto, Bolivar

Fecha: nov-25

Nivel Freático: NP

Profundidad: 6.0 m

Coordenadas:

Prof. (m)	Muestra Tipo	Estratigrafía	Descripción	SPT Golpes/pie	Wn (%)	Análisis de consistencia				Pasa N°4 (%)	Pasa N°200 (%)	Clasificación SUCS	Gs	gt (kN/m3)	gd (kN/m3)
						LL(%)	LP(%)	IP(%)							
0,1	PB		Capa vegetal	0	0,5										
1,0	PB		Arcilla parda oscura	4	1,0										
1,5	SS		Arcilla parda clara con vetas grises	4	1,5										
2,0	SS			4	2,0										
2,5	SS			4	2,5										
3,0	SS			4	3,0										
3,5	SS			6	3,5										
4,0	SS		Arcilla parda clara con vetas grises y oxido	6	4,0										
4,5	SS			6	4,5										
5,0	SS			6	5,0										
5,5	SS			8	5,5										
6,0	SS			8	6,0										

Ensayó:

Jorge Rodriguez

Encargado de labores:

Emiro Estrada

Revisó y aprobó:

Wilder Campo

WILDER CAMPO

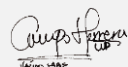
Los valores marcados con asterisco (*) fueron hallados por correlación a partir del ensayo de SPT

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT): NORMA ASTM D 1586 / INV E 111 - 13														
APIQUE 1		Cliente: <u>Universidad de Cartagena</u>		Fecha: <u>nov-25</u>										
		Proyecto: <u>Patinodromo San Jacinto</u>		Nivel Freático: <u>1.2 m</u>										
		Localización: <u>San Jacinto, Bolivar</u>		Profundidad: <u>1.5 m</u>										
		Coordenadas:												
Prof. (m)	Muestra		Estratigrafía	Descripción	Wn (%)	Análisis de consistencia			Pasa N°4 (%)	Pasa N°200 (%)	Clasificación SUCS	Gs	gt (kN/m3)	gd (kN/m3)
	Tipo					LL(%)	LP(%)	IP(%)						
0,2	PB			Capa vegetal										
0,5	PB			Arcilla habana oscura	29,8	56,3	24,2	32,1	100,0	94,0	CH			#iVALOR!
0,7	PB				18,6	41,2	23,0	18,2	100,0	74,6	CL			#iVALOR!
1,0	PB			Arcilla limo arenosa parda clara										
1,5	PB													
Tipo de muestra				PB: Paladruga y barra SS: Split Spoon SH: Sheby L: Lavado		<u>Jorge Rodriguez</u> <u>Emiro Estrada</u>		Revisó y aprobó:		 WILDER CAMPO				

Los valores marcados con asterisco (*) fueron hallados por correlación a partir del ensayo de SPT

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT): NORMA ASTM D 1586 / INV E 111 - 13													
APIQUE 2		Cliente: <u>Universidad de Cartagena</u>		Fecha: <u>nov-25</u>									
		Proyecto: <u>Patinodromo San Jacinto</u>		Nivel Freático: <u>NP</u>									
		Localización: <u>San Jacinto, Bolivar</u>		Profundidad: <u>1.5 m</u>									
				Coordenadas:									
Prof. (m)	Muestra Tipo	Estratigrafía	Descripción	Wn (%)	Análisis de consistencia LL(%) LP(%) IP(%)			Pasa N°4 (%)	Pasa N°200 (%)	Clasificación SUCS	Gs	gt (kN/m3)	gd (kN/m3)
0,1	PB		Capa vegetal										
1,0	PB		Arcilla parda clara										
1,5	PB			25,9	52,3	25,1	27,2	100,0	92,0	CH			#iNUM!
Tipo de muestra PB: Paladruga y barra SS: Split Spoon SH: Sheby L: Lavado				Jorge Rodriguez Emiro Estrada		Revisó y aprobó:		 WILDER CAMPO					

Los valores marcados con asterisco (*) fueron hallados por correlación a partir del ensayo de SPT

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT): NORMA ASTM D 1586 / INV E 111 - 13											
APIQUE 3		Cliente: <u>Universidad de Cartagena</u>		Fecha: <u>nov-25</u>							
		Proyecto: <u>Patinodromo San Jacinto</u>		Nivel Freático: <u>NP</u>							
		Localización: <u>San Jacinto, Bolivar</u>		Profundidad: <u>1.5 m</u>							
				Coordenadas:							
Prof. (m)	Muestra Tipo	Estratigrafía	Descripción	Wn (%)	Análisis de consistencia LL(%) LP(%) IP(%)	Pasa N°4 (%)	Pasa N°200 (%)	Clasificación SUCS	Gs	gt (kN/m3)	gd (kN/m3)
0,1	PB		Capa vegetal								
1,0	PB		Arcilla parda oscura con vetas de oxido								
1,5	PB			27,3	56,2 24,4 31,8	100,0	88,5	CH			#iNUM!
Tipo de muestra			PB: Paladruga y barra SS: Split Spoon SH: Sheby L: Lavado		Jorge Rodriguez Emiro Estrada		Revisó y aprobó:		 WILDER CAMPO		

Los valores marcados con asterisco (*) fueron hallados por correlación a partir del ensayo de SPT

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT): NORMA ASTM D 1586 / INV E 111 - 13											
APIQUE 4		Cliente: <u>Universidad de Cartagena</u>		Fecha: <u>nov-25</u>							
		Proyecto: <u>Patinodromo San Jacinto</u>		Nivel Freático: <u>NP</u>							
		Localización: <u>San Jacinto, Bolivar</u>		Profundidad: <u>1.5 m</u>							
				Coordenadas:							
Prof. (m)	Muestra Tipo	Estratigrafía	Descripción	Wn (%)	Análisis de consistencia LL(%) LP(%) IP(%)	Pasa N°4 (%)	Pasa N°200 (%)	Clasificación SUCS	Gs	gt (kN/m3)	gd (kN/m3)
0,1	PB		Capa vegetal								
1,0	PB		Arcilla parda clara								
1,5	PB			23,8	47,4 23,7 23,7	100,0	82,3	CL			#iNUM!
Tipo de muestra			PB: Paladruga y barra SS: Split Spoon SH: Sheby L: Lavado		Jorge Rodriguez Emiro Estrada		Revisó y aprobó:		 WILDER CAMPO		

Los valores marcados con asterisco (*) fueron hallados por correlación a partir del ensayo de SPT

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	1	MUESTRA:	1	DESCRIPCIÓN	Arcilla habana oscura
PROF:	1,00-1,50 m	H. NATURAL:	32,1 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	200,0 g				
Peso final	5,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	0,6	0,30	0,30	99,7
No. 40	0,42	0,9	0,45	0,75	99,3
No. 100	0,149	2,5	1,25	2,00	98,0
No. 200	0,074	1,0	0,50	2,50	97,5
FONDO	FONDO	195,00	97,50	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

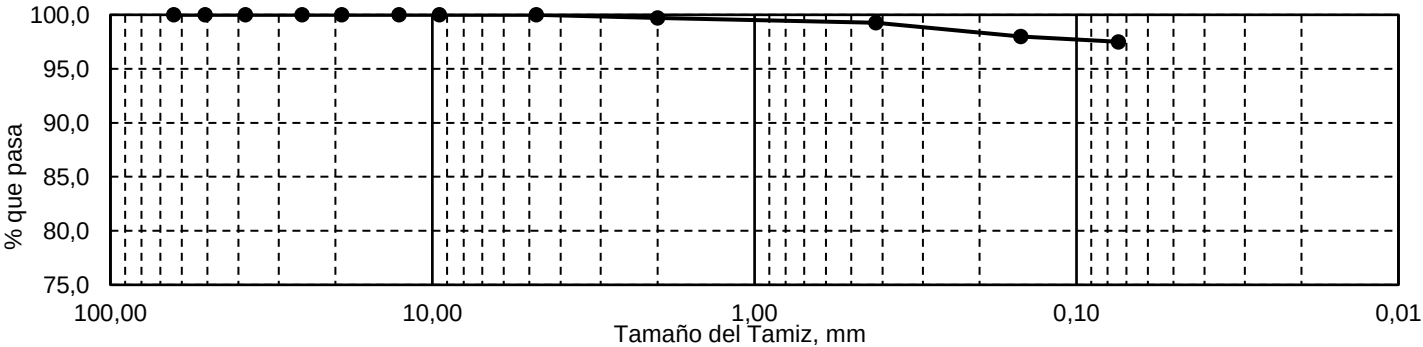
2,5

CU

Finos (%)

97,5

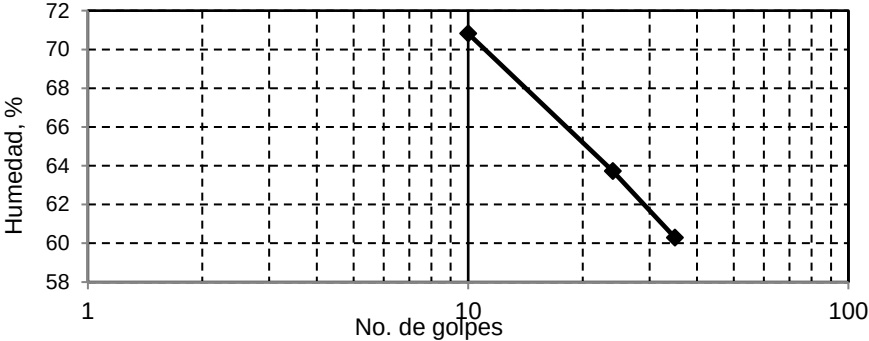
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

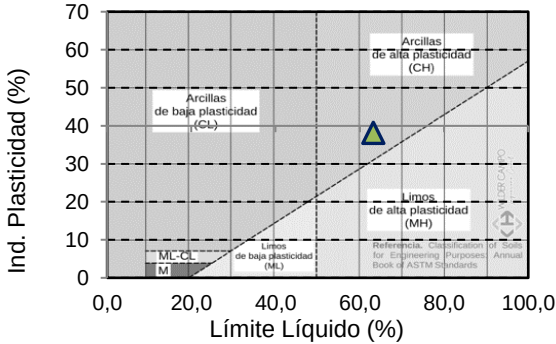
	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
No. Golpes	35	24	10	--	--
Recipiente #	54	86	79	130	164
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	41,83	46,78	50,35	31,99	33,72
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,18	38,00	39,50	30,46	31,89
Peso del Recipiente (g)	24,15	24,22	24,18	24,32	24,65
Peso Agua (g)	6,65	8,78	10,85	1,53	1,83
Peso Material Seco (g)	11,03	13,78	15,32	6,14	7,24
% Humedad	60,29	63,72	70,82	24,92	25,28

Límite líquido (%)	63,2
Límite plástico (%)	25,1
Índice de plasticidad (%)	38,1



CLASIFICACIÓN

AASHTO	A-7-6
SUCS	CH



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Emiro Estrada

Aprobó: 
Valgo 485

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	1	MUESTRA:	3	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda oscura con vetas de oxido
PROF:	2,50-3,00 m	H. NATURAL:	33,6 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	200,0 g				
Peso final	6,4 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE
#	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
		(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	0,7	0,35	0,35	99,7
No. 40	0,42	0,6	0,30	0,65	99,4
No. 100	0,149	4,1	2,05	2,70	97,3
No. 200	0,074	1,0	0,50	3,20	96,8
FONDO	FONDO	193,60	96,80	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

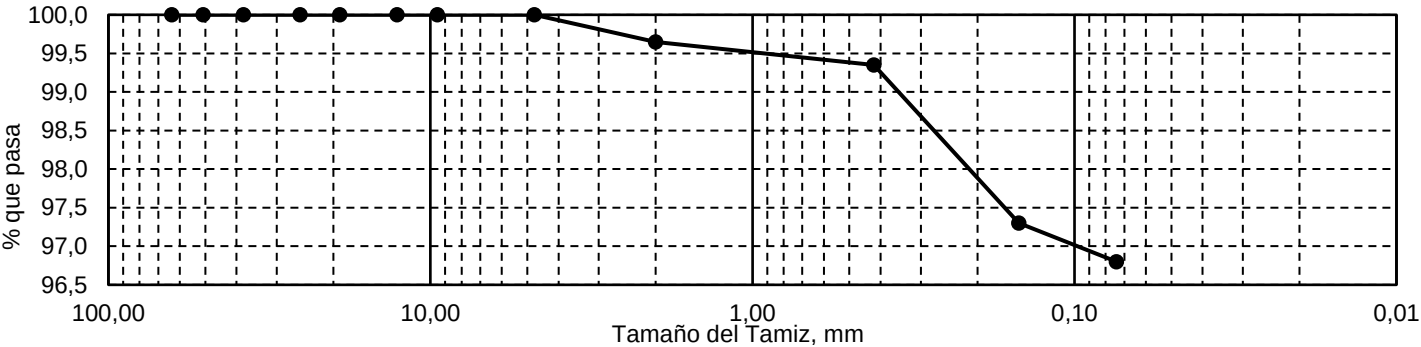
3,2

CU

Finos (%)

96,8

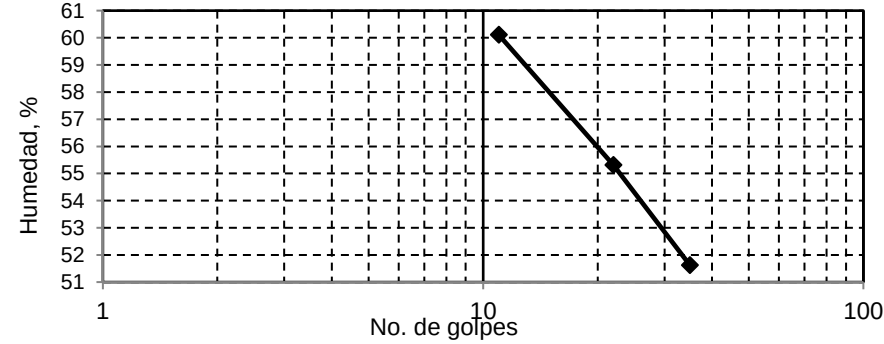
CC



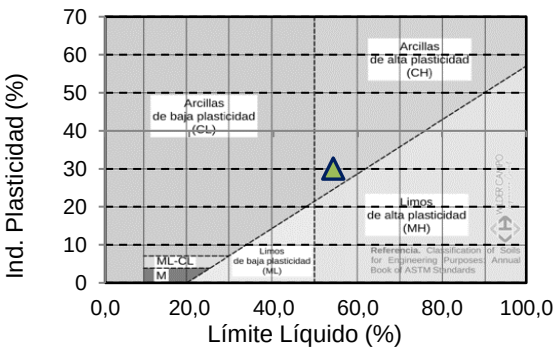
LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	35	22	11	--
Recipiente #	109	76	118	122	152
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	41,92	46,27	48,91	31,93	33,69
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,86	38,40	39,63	30,45	31,90
Peso del Recipiente (g)	24,12	24,17	24,19	24,26	24,54
Peso Agua (g)	6,06	7,87	9,28	1,48	1,79
Peso Material Seco (g)	11,74	14,23	15,44	6,19	7,36
% Humedad	51,62	55,31	60,10	23,91	24,32

Límite líquido (%)	54,2
Límite plástico (%)	24,1
Índice de plasticidad (%)	30,1



CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
SUCS	CH



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	1	MUESTRA:	6	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda gris con vetas de oxido
PROF:	5,50-6,00 m	H. NATURAL:	32,6 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	200,0 g				
Peso final	8,2 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	0,6	0,30	0,30	99,7
No. 40	0,42	1,2	0,60	0,90	99,1
No. 100	0,149	5,4	2,70	3,60	96,4
No. 200	0,074	1,0	0,50	4,10	95,9
FONDO	FONDO	191,80	95,90	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

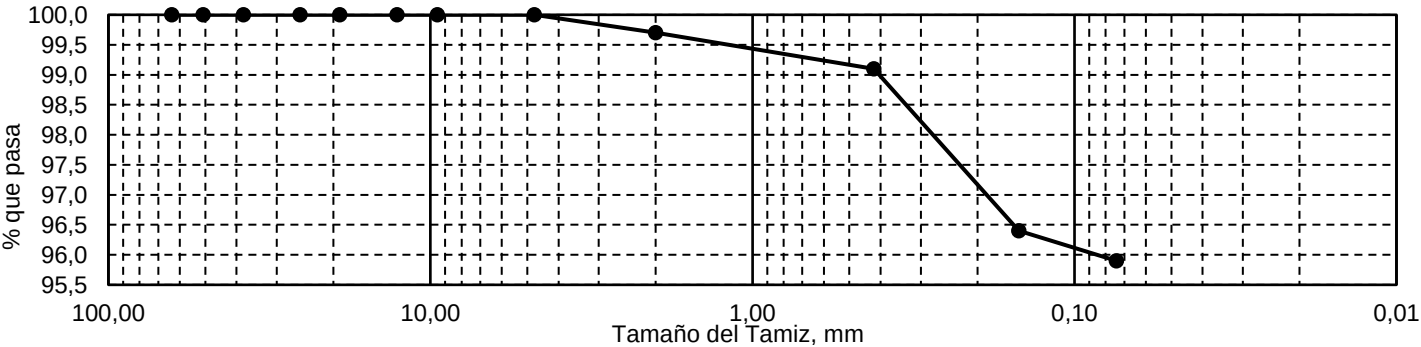
4,1

CU

Finos (%)

95,9

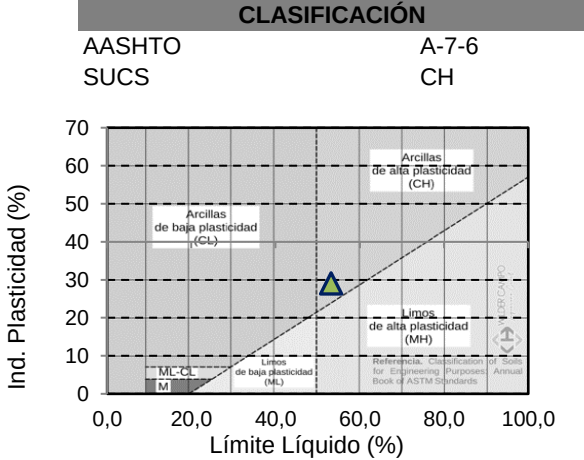
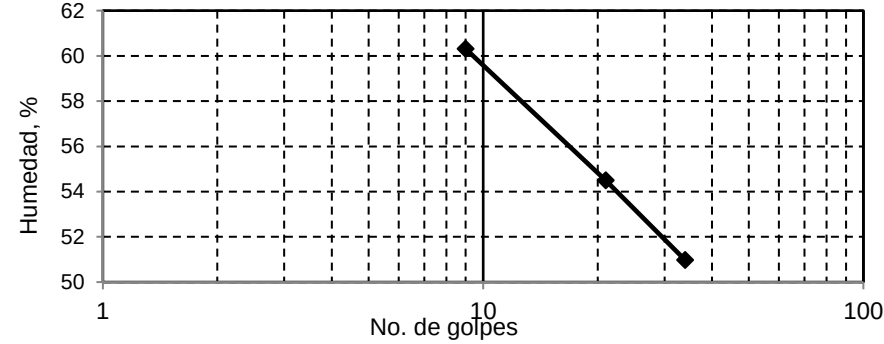
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	34	21	9	--
Recipiente #	55	43	93	129	171
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	41,27	46,64	48,29	32,05	33,53
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,49	38,76	39,25	30,56	31,80
Peso del Recipiente (g)	24,15	24,30	24,26	24,34	24,67
Peso Agua (g)	5,78	7,88	9,04	1,49	1,73
Peso Material Seco (g)	11,34	14,46	14,99	6,22	7,13
% Humedad	50,97	54,50	60,31	23,95	24,26

Límite líquido (%)	53,2
Límite plástico (%)	24,1
Índice de plasticidad (%)	29,1



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	2	MUESTRA:	1	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda clara con vetas grices y oxido
PROF:	1,00-1,50 m	H. NATURAL:	23,7 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	160,0 g				
Peso final	8,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	0,8	0,50	0,50	99,5
No. 40	0,42	1,5	0,94	1,44	98,6
No. 100	0,149	4,7	2,94	4,38	95,6
No. 200	0,074	1,0	0,63	5,00	95,0
FONDO	FONDO	152,00	95,00	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

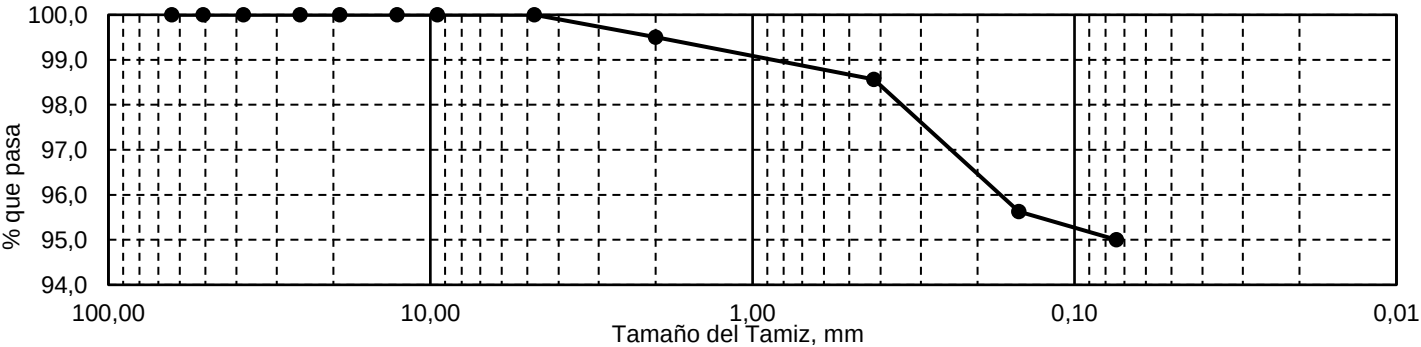
5,0

CU

Finos (%)

95,0

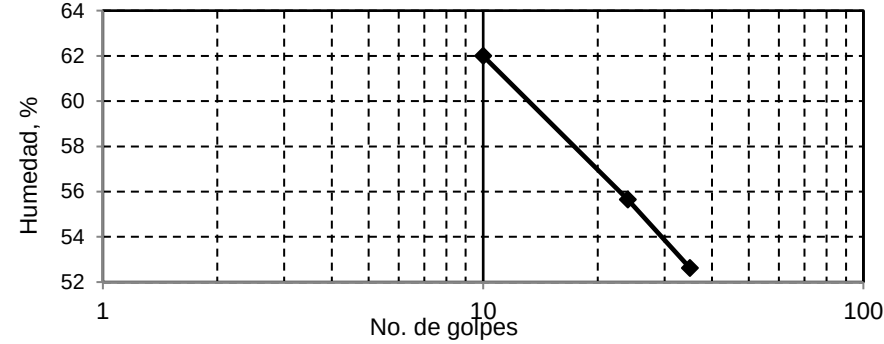
CC



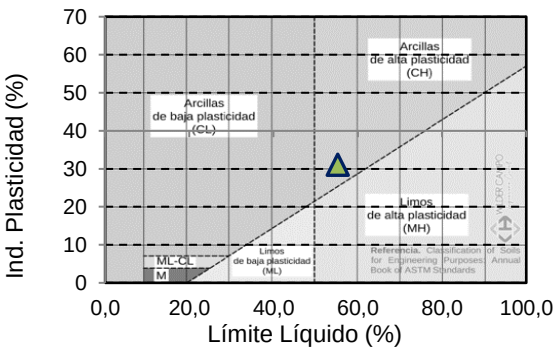
LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	35	24	10	--
Recipiente #	52	79	36	132	156
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	41,32	45,69	48,30	32,10	33,62
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,40	38,00	39,10	30,60	31,85
Peso del Recipiente (g)	24,15	24,18	24,26	24,34	24,58
Peso Agua (g)	5,92	7,69	9,20	1,50	1,77
Peso Material Seco (g)	11,25	13,82	14,84	6,26	7,27
% Humedad	52,62	55,64	61,99	23,96	24,35

Límite líquido (%)	55,2
Límite plástico (%)	24,2
Índice de plasticidad (%)	31,1



CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
SUCS	CH



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	2	MUESTRA:	3	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda clara con vetas grises
PROF:	2,50-4,00 m	H. NATURAL:	24,2 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	125,0 g				
Peso final	8,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	0,9	0,72	0,72	99,3
No. 40	0,42	1,3	1,04	1,76	98,2
No. 100	0,149	4,8	3,84	5,60	94,4
No. 200	0,074	1,0	0,80	6,40	93,6
FONDO	FONDO	117,00	93,60	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

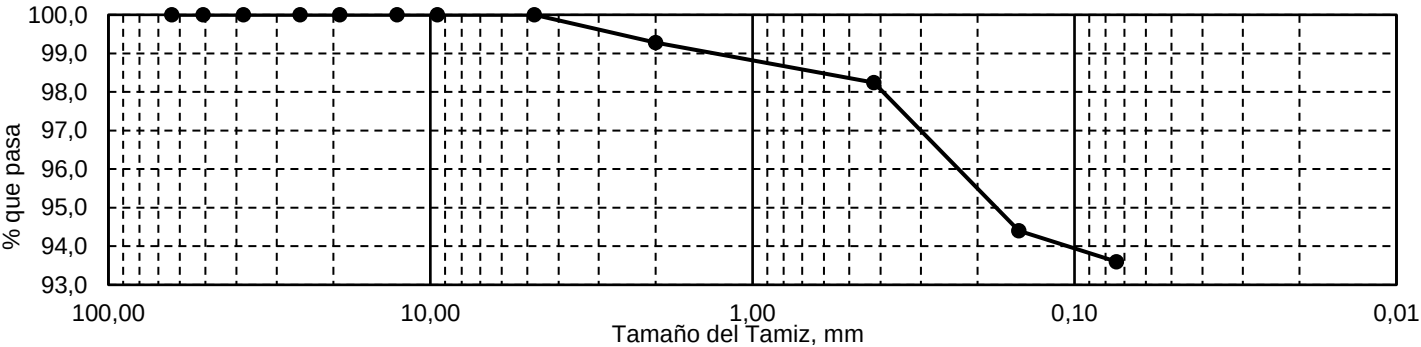
6,4

CU

Finos (%)

93,6

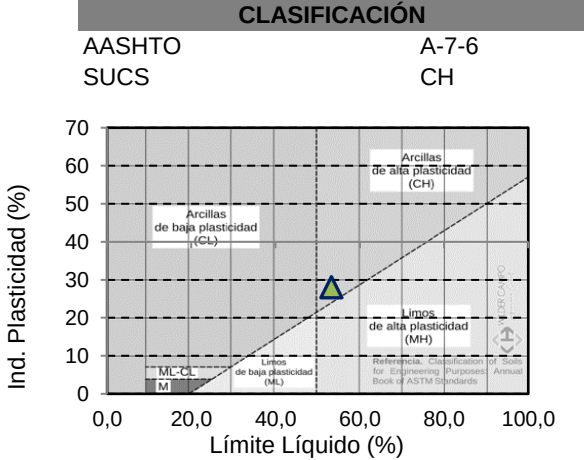
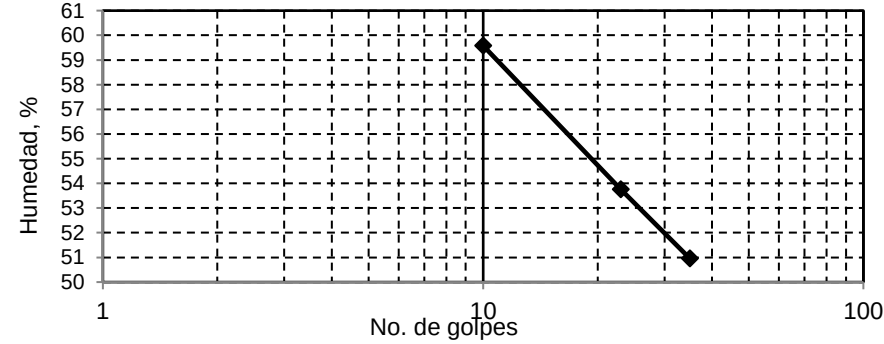
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	35	23	10	--
Recipiente #	112	39	58	135	177
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	41,60	46,60	49,22	32,15	33,79
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,70	38,79	39,86	30,60	31,94
Peso del Recipiente (g)	24,12	24,26	24,15	24,37	24,67
Peso Agua (g)	5,90	7,81	9,36	1,55	1,85
Peso Material Seco (g)	11,58	14,53	15,71	6,23	7,27
% Humedad	50,95	53,75	59,58	24,88	25,45

Límite líquido (%)	53,2
Límite plástico (%)	25,2
Índice de plasticidad (%)	28,1



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	3	MUESTRA:	1	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda oscura
PROF:	1,00-1,50 m	H. NATURAL:	22,7 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	205,0 g				
Peso final	6,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	0,6	0,29	0,29	99,7
No. 40	0,42	8,8	4,29	4,59	95,4
No. 100	0,149	3,6	1,76	6,34	93,7
No. 200	0,074	1,0	0,49	6,83	93,2
FONDO	FONDO	191,00	93,17	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

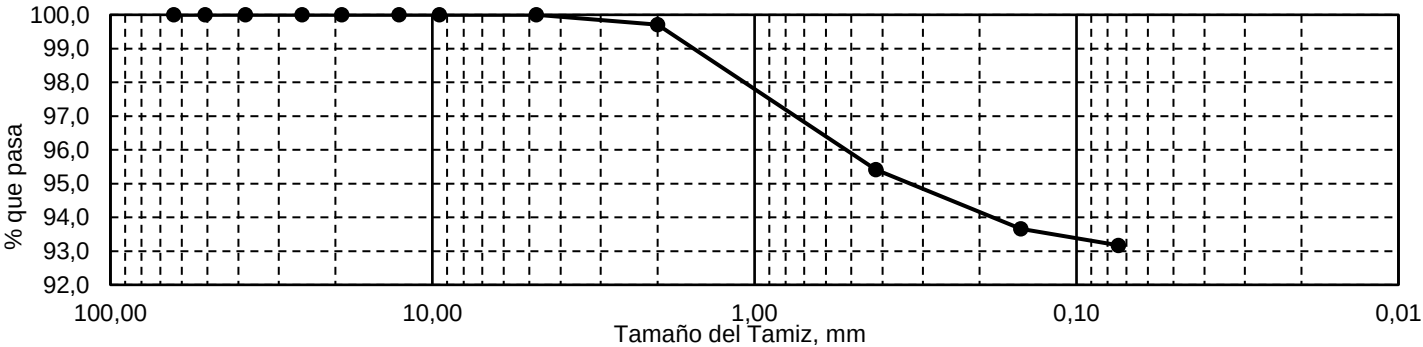
6,8

CU

Finos (%)

93,2

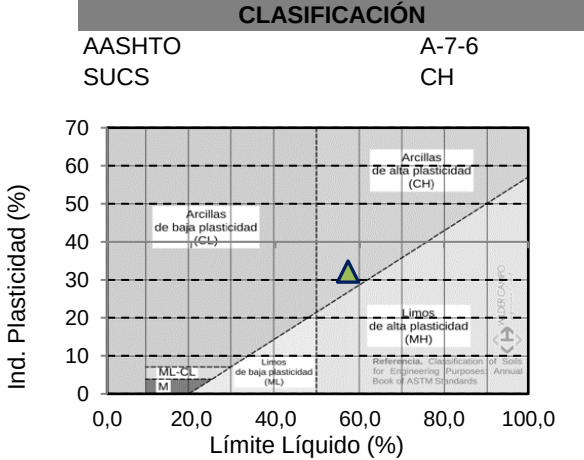
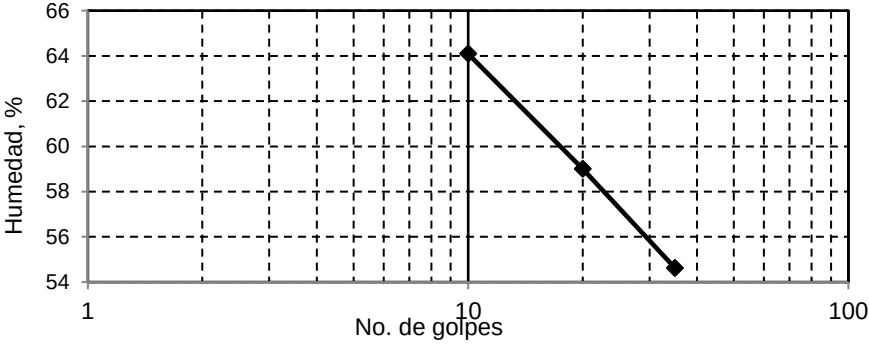
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	35	20	10	--
Recipiente #	46	110	38	125	174
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	41,03	46,31	48,66	32,18	33,54
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,12	38,08	39,13	30,60	31,75
Peso del Recipiente (g)	24,30	24,13	24,26	24,26	24,67
Peso Agua (g)	5,91	8,23	9,53	1,58	1,79
Peso Material Seco (g)	10,82	13,95	14,87	6,34	7,08
% Humedad	54,62	59,00	64,09	24,92	25,28

Límite líquido (%)	57,2
Límite plástico (%)	25,1
Índice de plasticidad (%)	32,1



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	3	MUESTRA:	3	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda clara con gravillas
PROF:	2,50-3,00 m	H. NATURAL:	23,1 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	160,0 g				
Peso final	8,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	0,9	0,56	0,56	99,4
No. 40	0,42	1,3	0,81	1,38	98,6
No. 100	0,149	4,8	3,00	4,38	95,6
No. 200	0,074	1,0	0,63	5,00	95,0
FONDO	FONDO	152,00	95,00	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

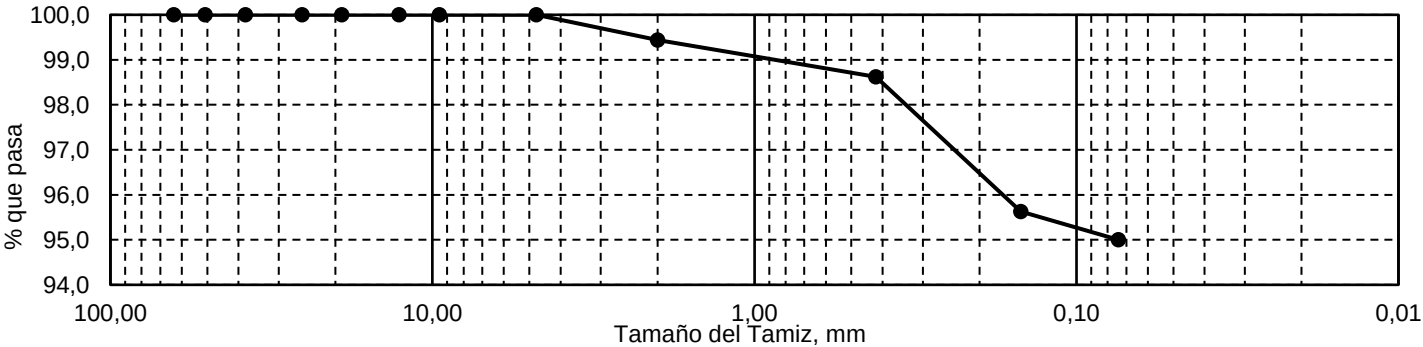
5,0

CU

Finos (%)

95,0

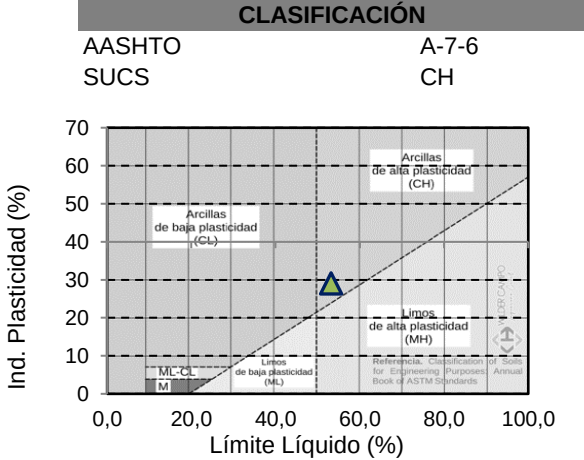
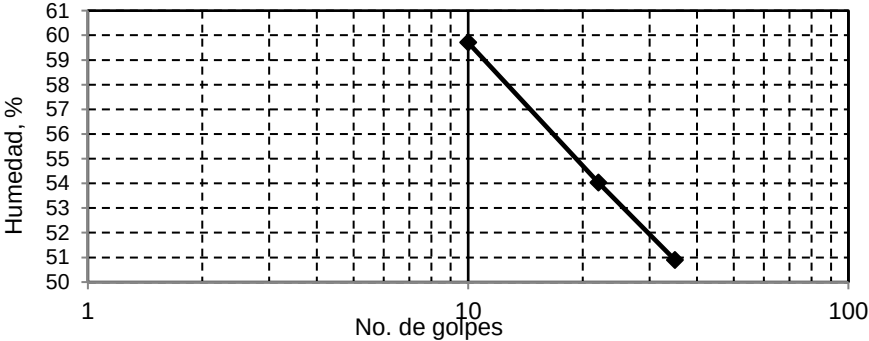
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	35	22	10	--
Recipiente #	46	69	78	127	161
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	41,20	45,74	48,20	31,92	33,55
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,50	38,17	39,22	30,46	31,80
Peso del Recipiente (g)	24,30	24,16	24,18	24,34	24,65
Peso Agua (g)	5,70	7,57	8,98	1,46	1,75
Peso Material Seco (g)	11,20	14,01	15,04	6,12	7,15
% Humedad	50,89	54,03	59,71	23,86	24,48

Límite líquido (%)	53,2
Límite plástico (%)	24,2
Índice de plasticidad (%)	29,0



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	3	MUESTRA:	4	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda amarillenta con vetas grises, oxido y yeso
PROF:	3,50-4,00 m	H. NATURAL:	23,0 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	125,0 g				
Peso final	9,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	1,1	0,88	0,88	99,1
No. 40	0,42	1,5	1,20	2,08	97,9
No. 100	0,149	5,4	4,32	6,40	93,6
No. 200	0,074	1,0	0,80	7,20	92,8
FONDO	FONDO	116,00	92,80	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

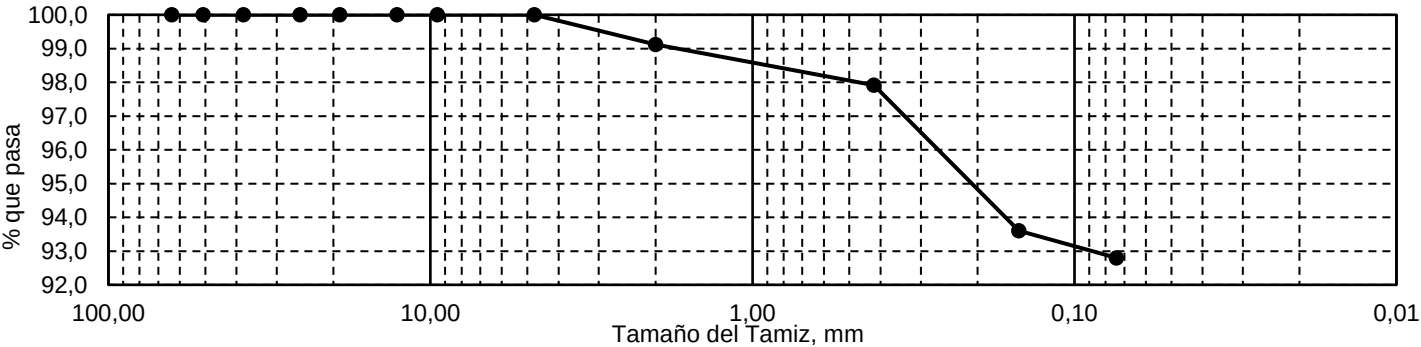
7,2

CU

Finos (%)

92,8

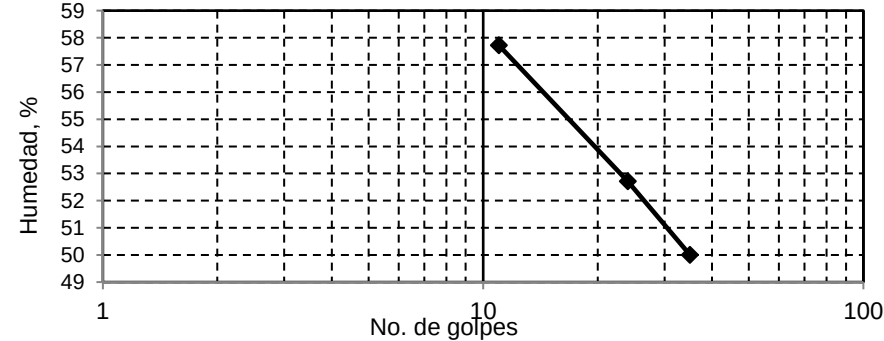
CC



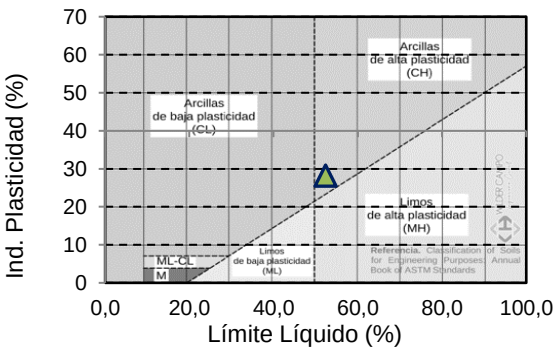
LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	35	24	11	--
	Recipiente #	100	79	67	119
	Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	41,44	45,90	48,67	31,74
	Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,66	38,40	39,70	30,27
	Peso del Recipiente (g)	24,10	24,17	24,16	24,12
	Peso Agua (g)	5,78	7,50	8,97	1,47
	Peso Material Seco (g)	11,56	14,23	15,54	6,15
	% Humedad	50,00	52,71	57,72	23,90
					24,34

Límite líquido (%)	52,3
Límite plástico (%)	24,1
Índice de plasticidad (%)	28,2



CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
SUCS	CH



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	3	MUESTRA:	5	DESCRIPCIÓN	Arena limo arcillosa amarillenta
PROF:	5,50-6,00 m	H. NATURAL:	38,9 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	480,0 g				
Peso final	326,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	5,1	1,06	1,06	98,9
No. 40	0,42	7,7	1,60	2,67	97,3
No. 100	0,149	210,3	43,81	46,48	53,5
No. 200	0,074	102,9	21,44	67,92	32,1
FONDO	FONDO	154,00	32,08	100,00	0,0

D60 (mm)
0,19

TM
No. 4

D50 (mm)
0,14

TMN
No. 40

D30 (mm)

Gravas (%)
0,0

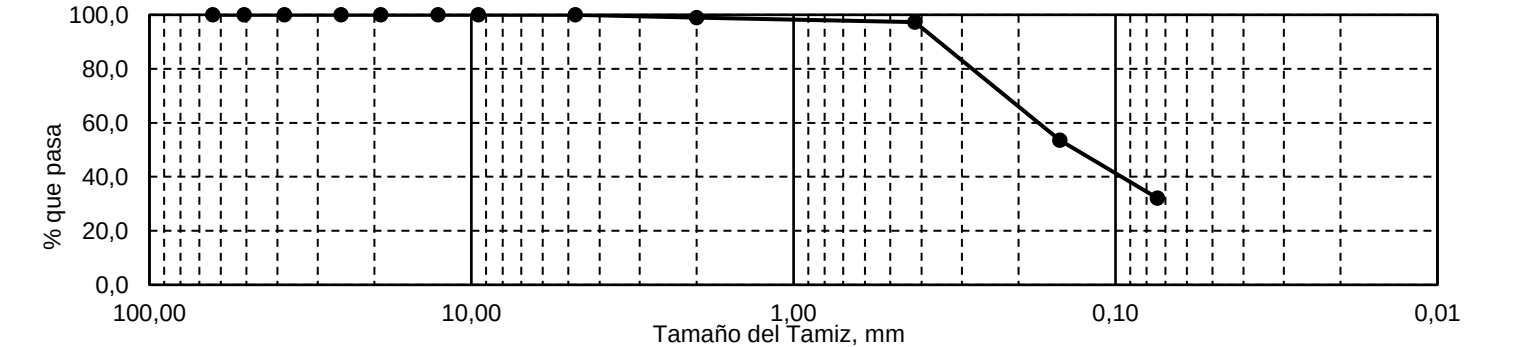
D10 (mm)

Arenas (%)
67,9

CU

Finos (%)
32,1

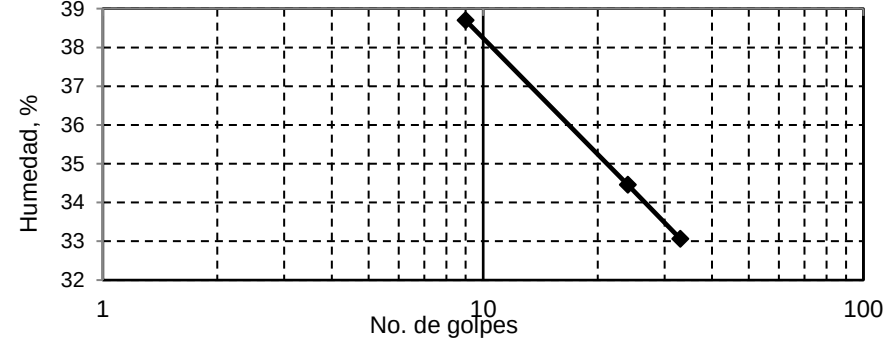
CC



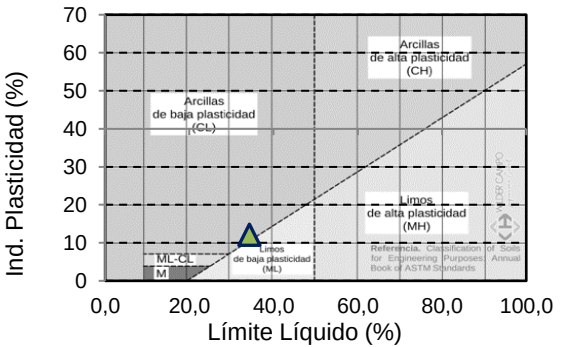
LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	33	24	9	--
Recipiente #	107	36	51	130	162
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	40,60	43,07	45,62	32,05	33,15
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	36,50	38,25	39,63	30,66	31,60
Peso del Recipiente (g)	24,10	24,26	24,15	24,32	24,65
Peso Agua (g)	4,10	4,82	5,99	1,39	1,55
Peso Material Seco (g)	12,40	13,99	15,48	6,34	6,95
% Humedad	33,06	34,45	38,70	21,92	22,30

Límite líquido (%)	34,3
Límite plástico (%)	22,1
Índice de plasticidad (%)	12,2



CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
SUCS	CL



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	4	MUESTRA:	1	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda oscura con vetas de oxido
PROF:	1,00-1,50 m	H. NATURAL:	27,3 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	200,0 g				
Peso final	8,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	1,1	0,55	0,55	99,5
No. 40	0,42	1,3	0,65	1,20	98,8
No. 100	0,149	4,6	2,30	3,50	96,5
No. 200	0,074	1,0	0,50	4,00	96,0
FONDO	FONDO	192,00	96,00	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

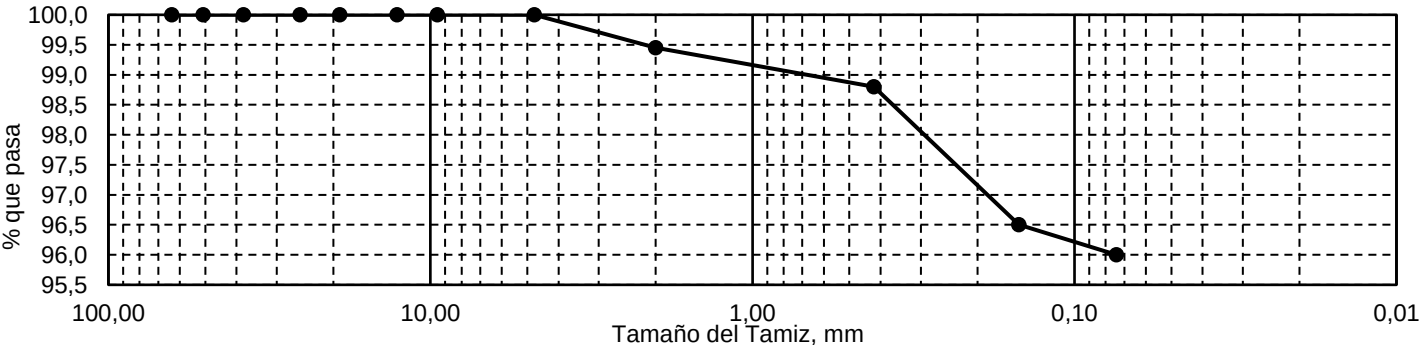
4,0

CU

Finos (%)

96,0

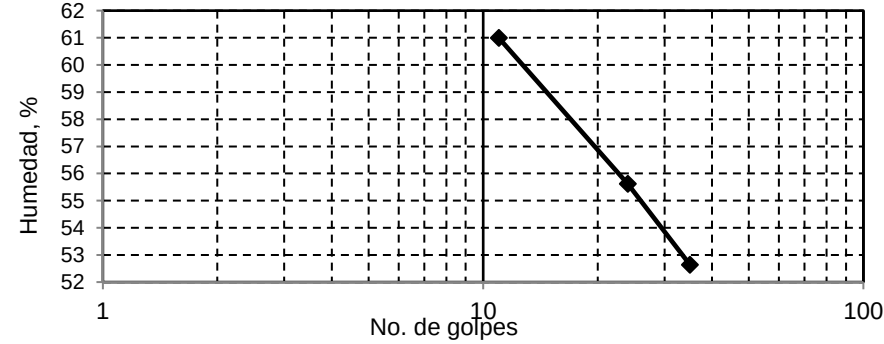
CC



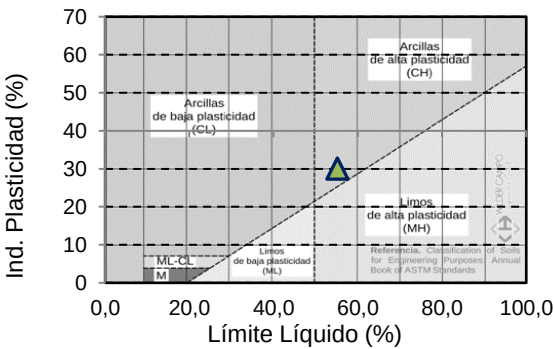
LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	35	24	11	--
Recipiente #	59	73	42	121	172
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	42,39	46,47	48,98	32,29	33,61
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	36,10	38,50	39,63	30,69	31,80
Peso del Recipiente (g)	24,15	24,17	24,30	24,26	24,67
Peso Agua (g)	6,29	7,97	9,35	1,60	1,81
Peso Material Seco (g)	11,95	14,33	15,33	6,43	7,13
% Humedad	52,64	55,62	60,99	24,88	25,39

Límite líquido (%)	55,2
Límite plástico (%)	25,1
Índice de plasticidad (%)	30,0



CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
SUCS	CH



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
SONDEO:	4	MUESTRA:	3	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda clara con vetas grises y oxido
PROF:	2,50-4,00 m	H. NATURAL:	26,9 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	120,0 g				
Peso final	9,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	1,2	1,00	1,00	99,0
No. 40	0,42	1,9	1,58	2,58	97,4
No. 100	0,149	4,9	4,08	6,67	93,3
No. 200	0,074	1,0	0,83	7,50	92,5
FONDO	FONDO	111,00	92,50	100,00	0,0

D60 (mm)

TM
No. 4

D50 (mm)

TMN
No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)
0,0

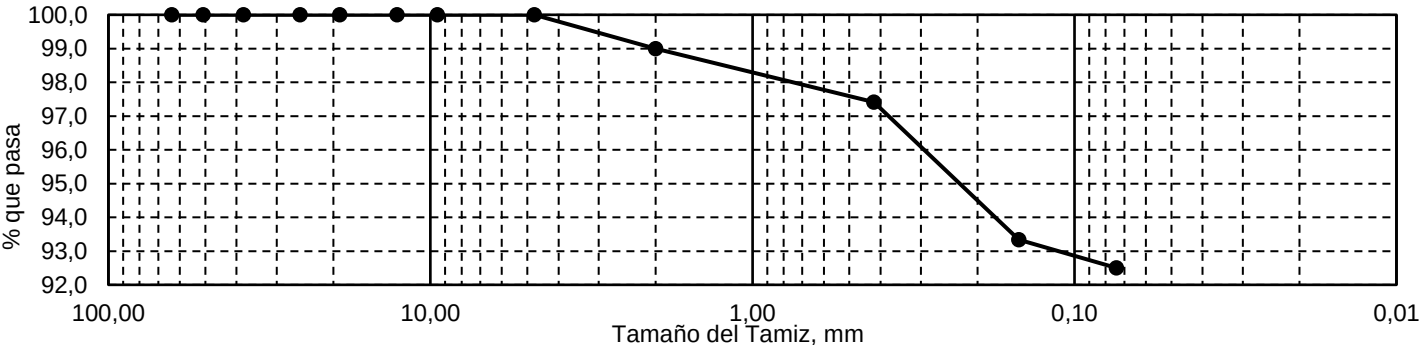
D10 (mm)

Arenas (%)
7,5

CU

Finos (%)
92,5

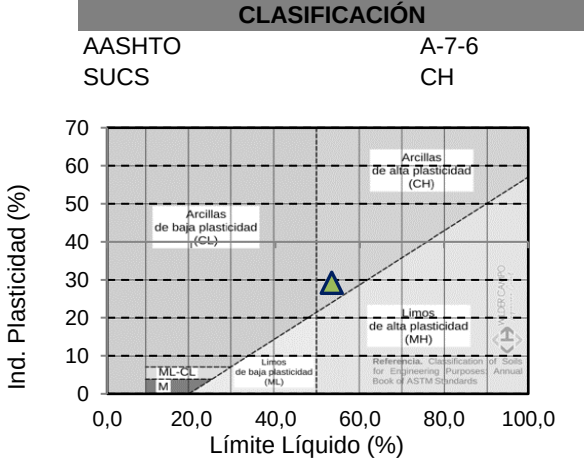
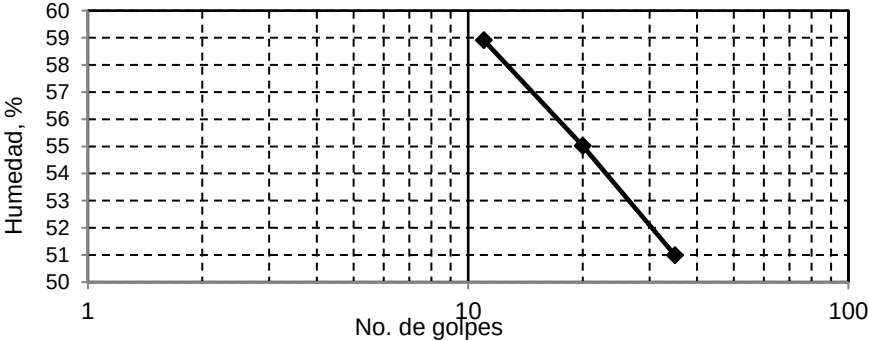
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	35	20	11	--
Recipiente #	112	117	57	120	152
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	40,97	46,27	48,05	31,75	33,32
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,28	38,43	39,19	30,28	31,60
Peso del Recipiente (g)	24,12	24,18	24,15	24,12	24,54
Peso Agua (g)	5,69	7,84	8,86	1,47	1,72
Peso Material Seco (g)	11,16	14,25	15,04	6,16	7,06
% Humedad	50,99	55,02	58,91	23,86	24,36

Límite líquido (%)	53,4
Límite plástico (%)	24,1
Índice de plasticidad (%)	29,2



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
APIQUE:	1	MUESTRA:	1	DESCRIPCIÓN	Arcilla habana oscura
PROF:	0,00 - 0,50 m	H. NATURAL:	29,8 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	150,0 g				
Peso final	9,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
#	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	0,5	0,33	0,33	99,7
No. 40	0,42	1,8	1,20	1,53	98,5
No. 100	0,149	5,7	3,80	5,33	94,7
No. 200	0,074	1,0	0,67	6,00	94,0
FONDO	FONDO	141,00	94,00	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

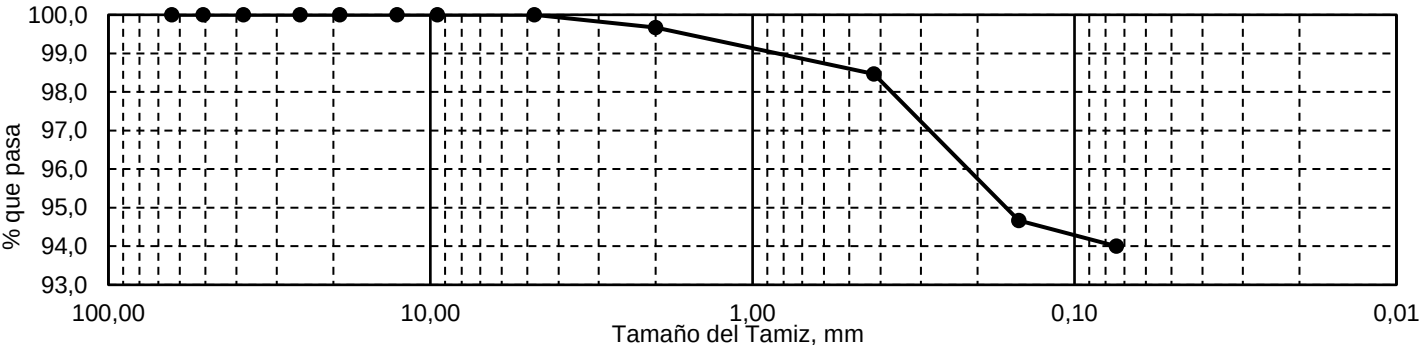
6,0

CU

Finos (%)

94,0

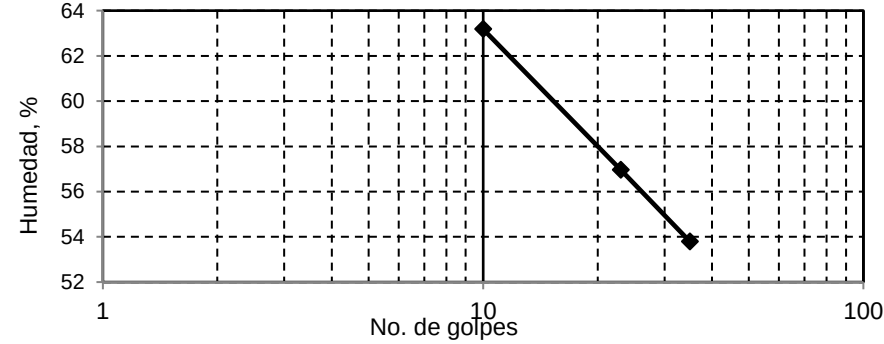
CC



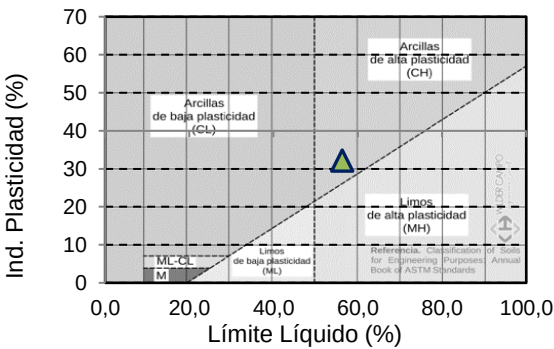
LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

No. Golpes Recipiente # Peso Rec. + Suelo Húmedo (g) Peso Rec. + Suelo Seco (g) Peso del Recipiente (g) Peso Agua (g) Peso Material Seco (g) % Humedad	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	35	23	10	--	--
	113	51	84	134	165
	41,60	46,36	49,48	31,96	33,54
	35,49	38,30	39,70	30,49	31,80
	24,13	24,15	24,22	24,36	24,65
	6,11	8,06	9,78	1,47	1,74
Peso Material Seco (g) % Humedad	11,36	14,15	15,48	6,13	7,15
	53,79	56,96	63,18	23,98	24,34

Límite líquido (%)	56,3
Límite plástico (%)	24,2
Índice de plasticidad (%)	32,2



CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
SUCS	CH



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
APIQUE:	1	MUESTRA:	2	DESCRIPCIÓN	Arcilla limo arenosa parda clara
PROF:	0,50-0,70 m	H. NATURAL:	18,6 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	100,0 g				
Peso final	25,4 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE
#	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
		(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	1,9	1,90	1,90	98,1
No. 40	0,42	7,3	7,30	9,20	90,8
No. 100	0,149	10,5	10,50	19,70	80,3
No. 200	0,074	5,7	5,70	25,40	74,6
FONDO	FONDO	74,60	74,60	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 40

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

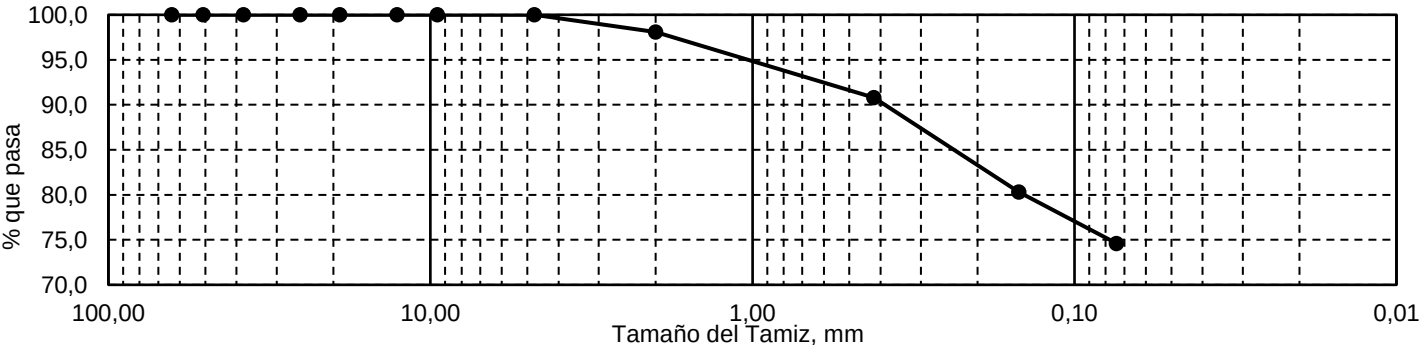
25,4

CU

Finos (%)

74,6

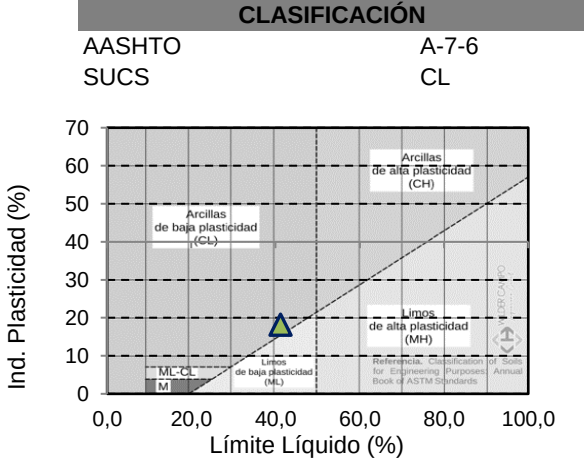
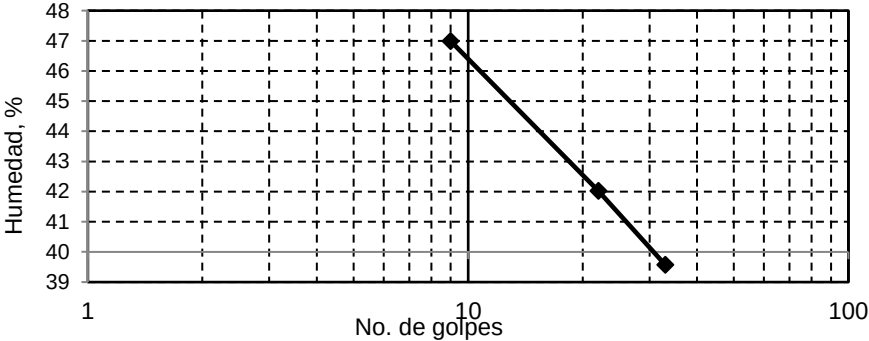
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	33	22	9	--
Recipiente #	106	59	110	122	183
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	40,96	43,82	46,81	31,93	33,60
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	36,18	38,00	39,56	30,50	31,92
Peso del Recipiente (g)	24,10	24,15	24,13	24,26	24,67
Peso Agua (g)	4,78	5,82	7,25	1,43	1,68
Peso Material Seco (g)	12,08	13,85	15,43	6,24	7,25
% Humedad	39,57	42,02	46,99	22,92	23,17

Límite líquido (%)	41,2
Límite plástico (%)	23,0
Índice de plasticidad (%)	18,2



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
APIQUE:	2	MUESTRA:	1	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda clara
PROF:	1,00 m	H. NATURAL:	25,9 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	150,0 g				
Peso final	12,0 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE
#	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
		(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	2,1	1,40	1,40	98,6
No. 40	0,42	3,0	2,00	3,40	96,6
No. 100	0,149	5,9	3,93	7,33	92,7
No. 200	0,074	1,0	0,67	8,00	92,0
FONDO	FONDO	138,00	92,00	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 200

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

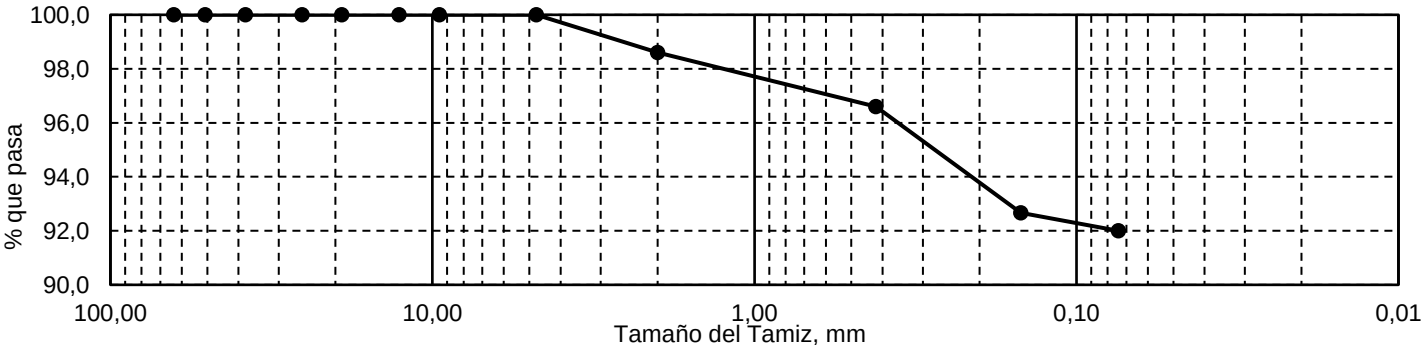
8,0

CU

Finos (%)

92,0

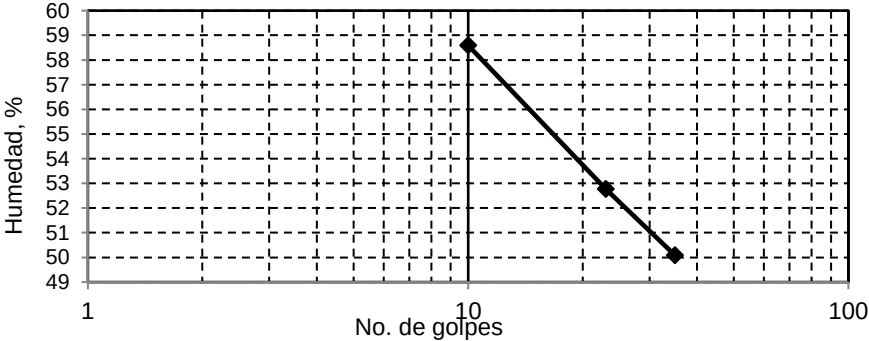
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

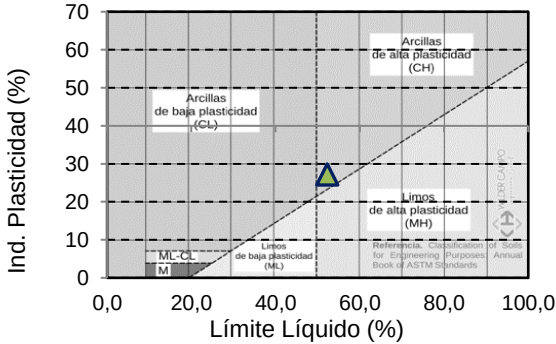
	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	35	23	10	--
	Recipiente #	109	64	81	124
	Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	41,89	45,67	47,66	31,88
	Peso Rec. + Suelo Seco (g)	35,96	38,24	39,00	30,36
	Peso del Recipiente (g)	24,12	24,16	24,22	24,26
	Peso Agua (g)	5,93	7,43	8,66	1,52
	Peso Material Seco (g)	11,84	14,08	14,78	6,10
% Humedad		50,08	52,77	58,59	24,92

Límite líquido (%)	52,3
Límite plástico (%)	25,1
Índice de plasticidad (%)	27,2



CLASIFICACIÓN

AASHTO	A-7-6
SUCS	CH



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
APIQUE:	3	MUESTRA:	2	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda oscura con vetas de oxido
PROF:	0,00 - 0,60 m	H. NATURAL:	27,3 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	120,0 g				
Peso final	13,8 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE
#	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
		(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	1,8	1,50	1,50	98,5
No. 40	0,42	4,2	3,50	5,00	95,0
No. 100	0,149	5,8	4,83	9,83	90,2
No. 200	0,074	2,0	1,67	11,50	88,5
FONDO	FONDO	106,20	88,50	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 100

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

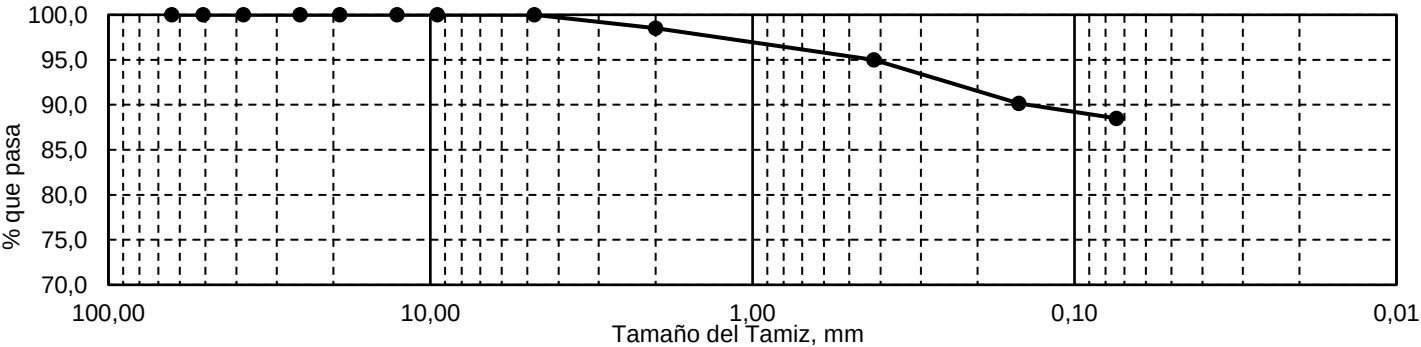
11,5

CU

Finos (%)

88,5

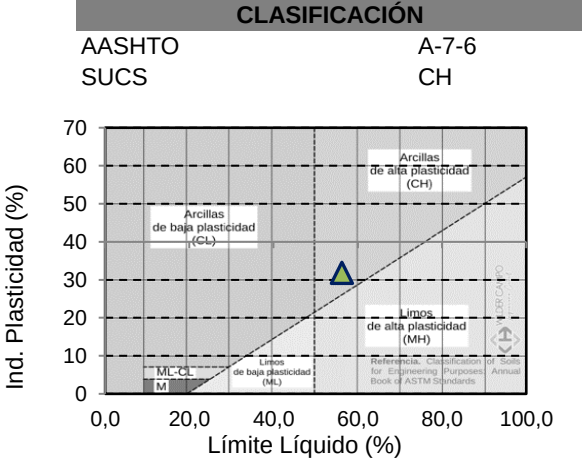
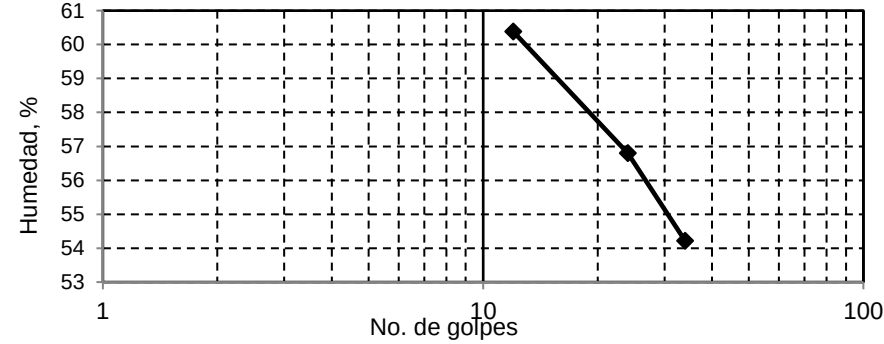
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	24	12	--	--
Recipiente #	107	62	115	125	186
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	44,65	43,36	44,30	32,08	33,16
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	37,44	36,38	36,71	30,56	31,40
Peso del Recipiente (g)	24,14	24,09	24,14	24,26	24,25
Peso Agua (g)	7,21	6,98	7,59	1,52	1,76
Peso Material Seco (g)	13,30	12,29	12,57	6,30	7,15
% Humedad	54,21	56,79	60,38	24,13	24,62

Límite líquido (%)	56,2
Límite plástico (%)	24,4
Índice de plasticidad (%)	31,9



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO:	PATINODROMO SAN JACINTO				
CLIENTE:	Universidad de Cartagena				
APIQUE:	4	MUESTRA:	1	DESCRIPCIÓN	Arcilla parda clara
PROF:	0,80-1,00 m	H. NATURAL:	23,8 %		

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D6913) (INV E-123)

Peso inicial	135,0 g				
Peso final	23,9 g				
TAMIZ	TAMAÑO	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE
#	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
		(g)	(%)	(%)	(%)
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,0
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,10	0,0	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,70	0,0	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,52	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 4	4,76	0,0	0,00	0,00	100,0
No. 10	2,00	2,8	2,07	2,07	97,9
No. 40	0,42	7,2	5,33	7,41	92,6
No. 100	0,149	7,8	5,78	13,19	86,8
No. 200	0,074	6,1	4,52	17,70	82,3
FONDO	FONDO	111,10	82,30	100,00	0,0

D60 (mm)

TM

No. 4

D50 (mm)

TMN

No. 40

D30 (mm)

Gravas (%)

0,0

D10 (mm)

Arenas (%)

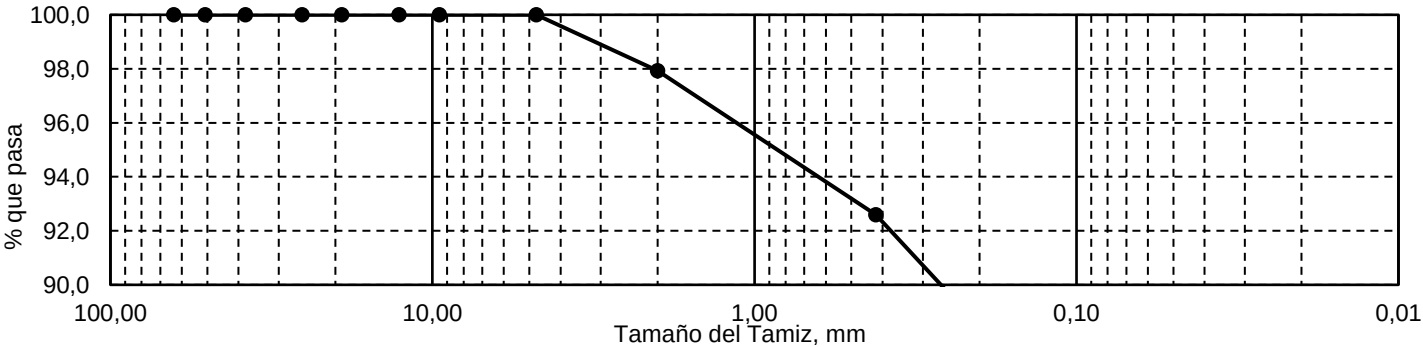
17,7

CU

Finos (%)

82,3

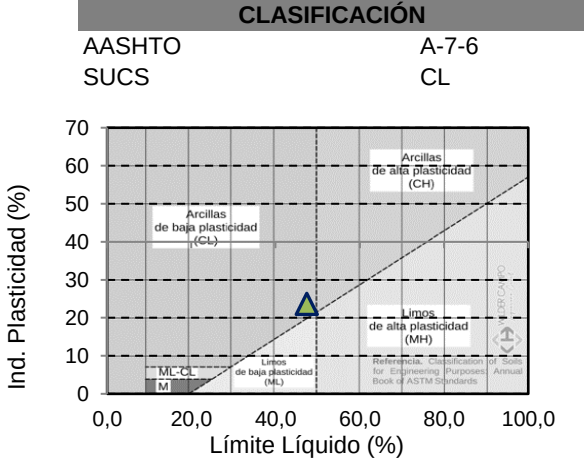
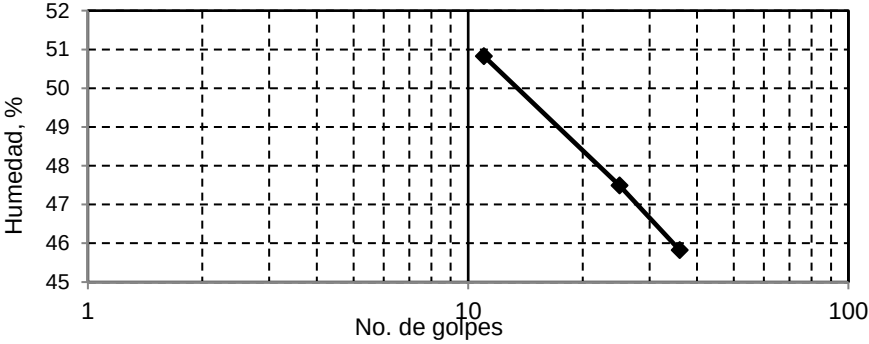
CC



LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318) (INV E-125, INV E-126)

	Límite líquido (LL)			Límite plástico (LP)	
	No. Golpes	25	11	--	--
Recipiente #	112	68	118	128	189
Peso Rec. + Suelo Húmedo (g)	42,49	43,56	44,26	32,77	32,27
Peso Rec. + Suelo Seco (g)	36,73	37,32	37,49	31,16	30,72
Peso del Recipiente (g)	24,16	24,18	24,17	24,27	24,28
Peso Agua (g)	5,76	6,24	6,77	1,61	1,55
Peso Material Seco (g)	12,57	13,14	13,32	6,89	6,44
% Humedad	45,82	47,49	50,83	23,37	24,07

Límite líquido (%)	47,4
Límite plástico (%)	23,7
Índice de plasticidad (%)	23,7



Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
Wilder Campo

Nota: Los resultados presentados corresponden a ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas ASTM D4318, ASTM D6913 y ASTM D7928, o sus equivalentes nacionales. La clasificación del suelo se establece con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y AASHTO, considerando la distribución granulométrica y los límites de consistencia. Los valores están sujetos a la variabilidad natural del material y a condiciones de muestreo y preparación.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: Parinodromo San Jacinto
CLIENTE: Universidad de Cartagena
LOCALIZACIÓN: San Jacinto, Bolivar
FECHA: noviembre - 25

	Sondeo 1 Muestra 1	Sondeo 1 Muestra 3	Sondeo 1 Muestra 6	Sondeo 2 Muestra 1	Sondeo 2 Muestra 3
Peso (g)	97,5	97,1	96,3	102,2	101,6
Diámetro (cm)	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Altura 1 (cm)	4,9	4,6	4,5	5	4,7
Altura 2 (cm)	4,9	4,6	4,5	5	4,7
Altura 3 (cm)	4,9	4,6	4,5	5	4,7
Volúmen (cm3)	52,69	49,46	48,38	53,76	50,53
Peso Unitario (g/cm3)	1,85	1,96	1,99	1,90	2,01
Peso Unitario (kN/m3)	18,15	19,26	19,52	18,65	19,72

Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Emiro Estrada C.

Aprobó: 
 Emiro Estrada C.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: Parinodromo San Jacinto
CLIENTE: Universidad de Cartagena
LOCALIZACIÓN: San Jacinto, Bolivar
FECHA: noviembre - 25

	Sondeo 3 Muestra 1	Sondeo 3 Muestra 3	Sondeo 3 Muestra 4	Sondeo 4 Muestra 1	Sondeo 4 Muestra 3
Peso (g)	107,7	100,2	95,6	101,3	101,7
Diámetro (cm)	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Altura 1 (cm)	5,3	4,7	4,4	4,9	4,8
Altura 2 (cm)	5,3	4,7	4,4	4,9	4,8
Altura 3 (cm)	5,3	4,7	4,4	4,9	4,8
Volúmen (cm3)	56,99	50,53	47,31	52,69	51,61
Peso Unitario (g/cm3)	1,89	1,98	2,02	1,92	1,97
Peso Unitario (kN/m3)	18,54	19,45	19,82	18,86	19,33

Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Emiro Estrada C.

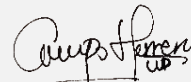
Aprobó: 
 Oscar Lopez B.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: Patinodromo San Jacinto
CLIENTE: Universidad de Cartagena
LOCALIZACIÓN: San Jacinto, Bolivar
FECHA: noviembre - 25

	Sondeo 1 Muestra 1	Sondeo 2 Muestra 3	Sondeo 3 Muestra 5
Vol del Frasco a 20° C, ml	500	500	500
Método de Remoción de Aire	Calor	Calor	Calor
Temperatura, °C	29	29	29
Peso del Suelo Seco, Ws (gr)	120	125	130
Peso Frasco + Agua, grs, Wbw	651,6	656,5	651,6
Peso Frasco+Agua+Suelo, Wbws	728,2	736,1	733,6
Peso de Agua Desplazada, Ww	43,4	45,4	48
Gravedad Específica, Gs	2,765	2,753	2,708

Ensayó: Oscar Lopez B.
Análisis de Resultados: Wilder Campo

Aprobó: 
 Wilder Campo



Penetración (pulg)	Resina 1 (PSI)	Resina 2 (PSI)	Resina 3 (PSI)
0,05	10	10	0
0,07	20	20	0
0,09	45	45	0
0,11	65	65	0
0,15	95	95	0
0,20	118	110	0
0,25	125	135	0
0,30	135	145	0
0,40	140	150	0
0,50	150	140	0



ENSAYO DE CBR
LABORATORIO DE GEOTECNIA, VIAS Y MATERIALES

Cliente:	Universidad de Cartagena																				
Proyecto:	Patinódromo San Jacinto										Apique										1
Localización:	San Jacinto, Bolívar																				
Área del pistón (pulg2)	3	Factor anillo (lb)				1	Fecha:				oct-25				Profundidad				0.5-0.7		
Molde No.										0			0			0					
No. De golpes										0			0			0					
DATOS																					
Penetración (Pulg)		Lectura dial				Esfuerzo (PSI)				Molde No.				Densidad Proctor Modificado							
0,025		132				44,0				2											
0,050		193				64,4				P.molde + P.muestra compac (gr)				9324							
0,075		240				79,9				Peso molde (gr)				4820							
0,100		360				120,1				Peso muestra compactada (gr)				4504							
0,150		443				147,6				Vol. Muestra compac. (cm3)				2305							
0,200		629				209,7				Densidad húmeda (gr/cm3)				1,954							
0,250		685				228,2				Humedad (%)				18,6							
0,300		720				240,0				Densidad seca (gr/cm3)				1,648							
0,400		805				268,3				Densidad seca (lb/pie3)				102,81							
0,500		866				288,7															
CBR Corr . 0.1" (%)		0	12,0	0																	
CBR Corr . 0.2" (%)		0	14,0	0																	

Penetración (pulg)	Esfuerzo (PSI)
0.025	44.0
0.050	64.4
0.075	79.9
0.100	120.1
0.150	147.6
0.200	209.7
0.250	228.2
0.300	240.0
0.400	268.3
0.500	288.7



ENSAYO DE CBR
LABORATORIO DE GEOTECNIA, VIAS Y MATERIALES

Cliente:	Universidad de Cartagena																	
Proyecto:	Patinódromo San Jacinto															Apique		2
Localización:	San Jacinto, Bolívar																	
Área del pistón (pulg2)	3	Factor anillo (lb)				1	Fecha:				oct-25				Profundidad		1	
Molde No.										0			0			0		
No. De golpes										0			0			0		
DATOS																		
Penetración (Pulg)		Lectura dial				Esfuerzo (PSI)				Molde No.		Densidad Proctor Modificado						
0,025		67				22,3				2								
0,050		138				46,1				9436								
0,075		209				69,7				4850								
0,100		264				88,1				4586								
0,150		344				114,6				2305								
0,200		460				153,2				1,990								
0,250		501				167,1				25,9								
0,300		566				188,7				1,580								
0,400		621				207,0				98,61								
0,500		661				220,3												
CBR Corr . 0.1" (%)		0	8,8	0														
CBR Corr . 0.2" (%)		0	10,2	0														



ENSAYO DE CBR SUMERGIDO
LABORATORIO DE GEOTECNIA, VIAS Y MATERIALES

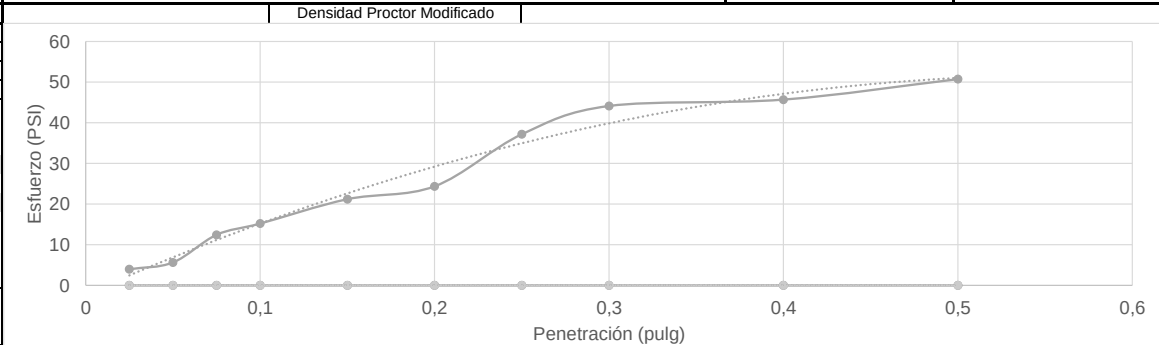
Cliente:	Universidad de Cartagena										
Proyecto:	Patinódromo San Jacinto										
Localización:	San Jacinto, Bolívar										
Área del pistón (pulq2)	3	Factor anillo (lb)		1	Fecha:	oct-25				Apique	1
										Profundidad	0.0-0.5

Molde No.										0		0		0
No. De golpes										0		0		0

DATOS					
Penetración (Pulg)	Lectura dial			Esfuerzo (PSI)	
0,025		11,9			4,0
0,050		16,9			5,6
0,075		37,3			12,4
0,100		45,6			15,2
0,150		63,6			21,2
0,200		73,1			24,4
0,250		112			37,2
0,300		132			44,1
0,400		137			45,7
0,500		152			50,7

CBR Corr . 0.1" (%)	0	1,5	0
CBR Corr . 0.2" (%)	0	1,6	0

Lectura inicial del dial (PG)		0,05
Expansión final (PG) 96 H		0,23
Expansión máxima (%)		3,60





ENSAYO DE CBR SUMERGIDO
LABORATORIO DE GEOTECNIA, VIAS Y MATERIALES

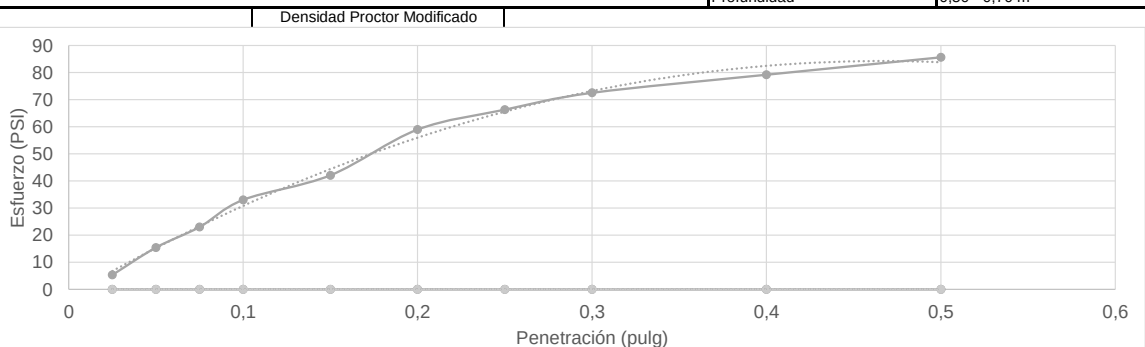
Cliente:	Universidad de Cartagena									
Proyecto:	Patinódromo San Jacinto									
Localización:	San Jacinto, Bolívar									
Área del pistón (pulg2)	3	Factor anillo (lb)	1	Fecha:	oct-25			Apique	1	
								Profundidad	0,50 - 0,70 m	

Molde No.										0		0		0
No. De golpes										0		0		0

DATOS					
Penetración (Pulg)	Lectura dial			Esfuerzo (PSI)	
0,025		16			5,3
0,050		46,3			15,4
0,075		69			23,0
0,100		99,1			33,0
0,150		126			42,1
0,200		177			59,0
0,250		199			66,3
0,300		218			72,5
0,400		238			79,2
0,500		257			85,6

CBR Corr . 0.1" (%)	0	3,3	0
CBR Corr . 0.2" (%)	0	3,9	0

Lectura inicial del dial (PG)		0,03
Expansión final (PG) 96 H		0,15
Expansión máxima (%)		2,30





ENSAYO DE CBR SUMERGIDO
LABORATORIO DE GEOTECNIA, VIAS Y MATERIALES

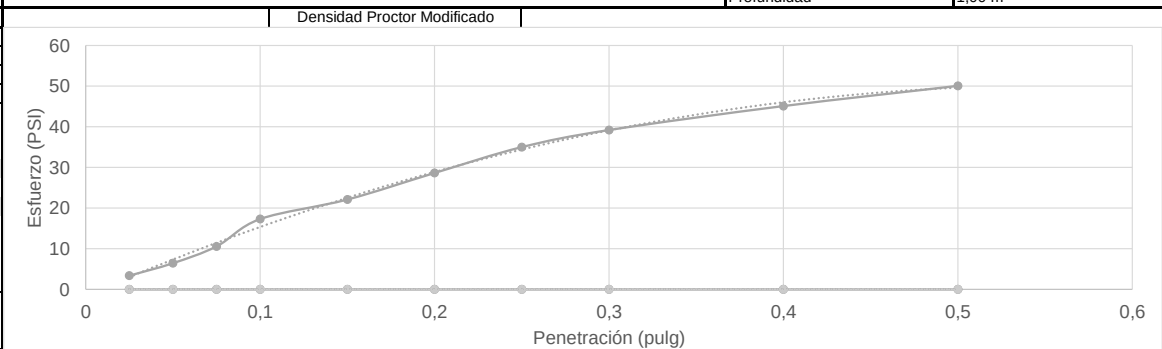
Cliente:	Universidad de Cartagena										
Proyecto:	Patinódromo San Jacinto										
Localización:	San Jacinto, Bolívar										
Área del pistón (pulg2)	3	Factor anillo (lb)		1	Fecha:	oct-25				Apique	2
										Profundidad	1,00 m

Molde No.										0		0		0
No. De golpes										0		0		0

DATOS					
Penetración (Pulg)	Lectura dial			Esfuerzo (PSI)	
0,025		10,1			3,4
0,050		19,3			6,4
0,075		31,7			10,6
0,100		51,9			17,3
0,150		66,3			22,1
0,200		85,9			28,6
0,250		105			35,0
0,300		118			39,2
0,400		135			45,1
0,500		150			50,1

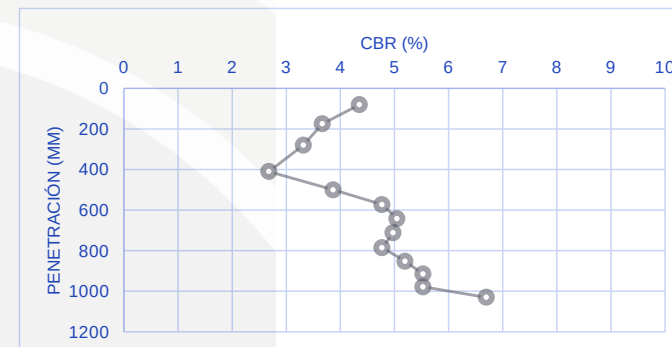
CBR Corr . 0.1" (%)	0	1,7	0
CBR Corr . 0.2" (%)	0	1,9	0

Lectura inicial del dial (PG)		0,03
Expansión final (PG) 96 H		0,20
Expansión máxima (%)		3,30



ENSAYO PDC 1					
Proyecto	Patinodromo, San Jacinto	Fecha	Octubre 2025	Penetración acum. Max.	80 CBR (%)
Localización	San Jacinto, Bolívar	Peso del mar	8 Kg	Penetración acum. Max.	1030 4,77
Condición del pavimento	N/A	Nivel freático	N/E	Golpes Totales	13

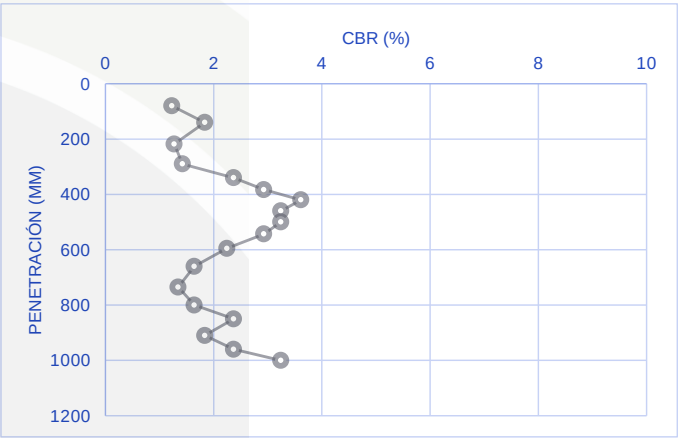
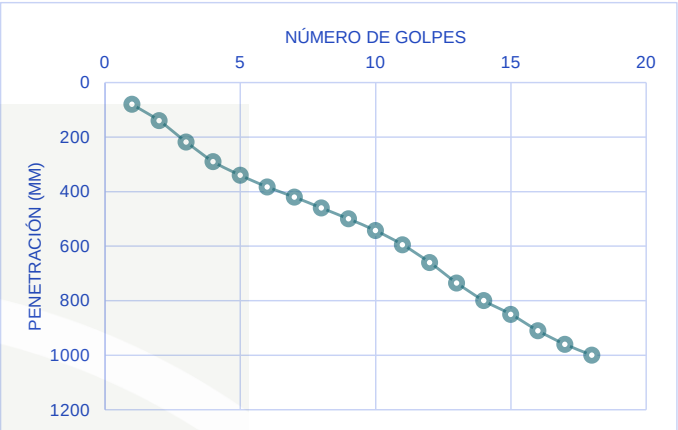
1	2	3	4	5	6	7
Número de golpes	Penetración acumulada	Penetración entre lecturas	Penetración por golpe	Factor del martillo	Índice PDC	CBR
	mm	mm	mm		mm/golpe	%
1	80	80	80,0	1	80,0	4
1	175	95	95,0	1	95,0	4
1	280	105	105,0	1	105,0	3
1	410	130	130,0	1	130,0	3
1	500	90	90,0	1	90,0	4
1	573	73	73,0	1	73,0	5
1	642	69	69,0	1	69,0	5
1	712	70	70,0	1	70,0	5
1	785	73	73,0	1	73,0	5
1	852	67	67,0	1	67,0	5
1	915	63	63,0	1	63,0	6
1	978	63	63,0	1	63,0	6
1	1030	52	52,0	1	52,0	7



CDP	73,1		
CBR (%)			
Webster S.L et al (1994)	4,77	Van Heerden	1,76
Cuerpo de Ingenieros (USA)	4,77	PT Colombia	1,39
Promedio	4.77		

ENSAYO PDC		2				
Proyecto	Patinodromo, San Jacinto	Fecha	Octubre 2025	Penetración acum. Max.	80	CBR (%)
Localización	San Jacinto, Bolívar	Peso del mar	8 Kg	Penetración acum. Max.	1000	6,81
Condición del pavimento	N/A	Nivel freático	N/E	Golpes Totales	18	

1	2	3	4	5	6	7
Número de golpes	Penetración acumulada	Penetración entre lecturas	Penetración por golpe	Factor del martillo	Índice PDC	CBR
	mm	mm	mm		mm/golpe	%
1	80	80	80,0	1	80,0	1
1	140	60	60,0	1	60,0	2
1	218	78	78,0	1	78,0	1
1	290	72	72,0	1	72,0	1
1	340	50	50,0	1	50,0	2
1	383	43	43,0	1	43,0	3
1	420	37	37,0	1	37,0	4
1	460	40	40,0	1	40,0	3
1	500	40	40,0	1	40,0	3
1	543	43	43,0	1	43,0	3
1	595	52	52,0	1	52,0	2
1	660	65	65,0	1	65,0	2
1	735	75	75,0	1	75,0	1
1	800	65	65,0	1	65,0	2
1	850	50	50,0	1	50,0	2
1	910	60	60,0	1	60,0	2
1	960	50	50,0	1	50,0	2
1	1000	40	40,0	1	40,0	3



CDP	51,1		
CBR (%)			
Webster S.L et al (1994)	6,81	Van Heerden	2,79
Cuerpo de Ingeniero (USA)	6,81	OPT Colombia	2,30
Promedio	6,81		

ENSAYO PDC3						
Proyecto	Patinodromo, San Jacinto			Fecha	Octubre 2025	
Localización	San Jacinto, Bolívar			Peso del mar	8 Kg	
Condición del pavimento	N/A			Nivel freático	N/E	
					Penetración acum. Max.	80 CBR (%)
					Penetración acum. Max.	1055 5,00
					Golpes Totales	14
1	2	3	4	5	6	7
Número de golpes	Penetración acumulada	Penetración entre lecturas	Penetración por golpe	Factor del martillo	Índice PDC	CBR
	mm	mm	mm		mm/golpe	%
1	80	80	80,0	1	80,0	1
1	140	60	60,0	1	60,0	2
1	210	70	70,0	1	70,0	1
1	300	90	90,0	1	90,0	1
1	385	85	85,0	1	85,0	1
1	470	85	85,0	1	85,0	1
1	560	90	90,0	1	90,0	1
1	635	75	75,0	1	75,0	1
1	720	85	85,0	1	85,0	1
1	800	80	80,0	1	80,0	1
1	860	60	60,0	1	60,0	2
1	925	65	65,0	1	65,0	2
1	990	65	65,0	1	65,0	2
1	1055	65	65,0	1	65,0	2
					CDP69,6	
					CBR (%)	
					Webster S.L et al (1994)	5,00 Van Heerden1,88
					Cuerpo de Ingeniero (USA)	5,00 DPT Colombia1,49
					Promedio	5,00

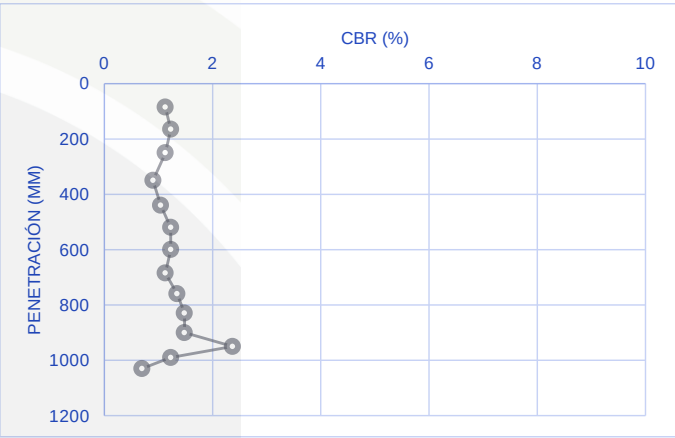
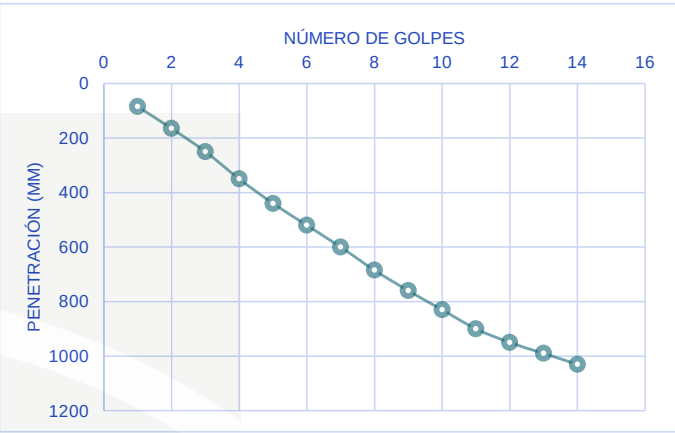
NÚMERO DE GOLPES

CBR (%)

CDP		69,6	
CBR (%)			
Webster S.L et al (1994)	5,00	Van Heerden	1,88
Cuerpo de Ingeniero (USA)	5,00	DPT Colombia	1,49
Promedio	5,00		

ENSAYO PDC		4			
Proyecto	Patinodromo, San Jacinto	Fecha	Octubre 2025	Penetración acum. Max.	85 CBR (%)
Localización	San Jacinto, Bolívar	Peso del mar	8 Kg	Penetración acum. Max.	1030 5,16
Condición del pavimento	N/A	Nivel freático	N/E	Golpes Totales	14

1	2	3	4	5	6	7
Número de golpes	Penetración acumulada	Penetración entre lecturas	Penetración por golpe	Factor del martillo	Índice PDC	CBR
	mm	mm	mm		mm/golpe	%
1	85	85	85,0	1	85,0	1
1	165	80	80,0	1	80,0	1
1	250	85	85,0	1	85,0	1
1	350	100	100,0	1	100,0	1
1	440	90	90,0	1	90,0	1
1	520	80	80,0	1	80,0	1
1	600	80	80,0	1	80,0	1
1	685	85	85,0	1	85,0	1
1	760	75	75,0	1	75,0	1
1	830	70	70,0	1	70,0	1
1	900	70	70,0	1	70,0	1
1	950	50	50,0	1	50,0	2
1	990	40	40,0	2	80,0	1
1	1030	40	40,0	3	120,0	1



CDP		67,5	
CBR (%)			
Webster S.L et al (1994)	5,16	Van Heerden	1,95
Cuerpo de Ingeniero (USA)	5,16	OPT Colombia	1,56
Promedio	5,16		