



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Proyecto: Puente sobre Arroyo Riachuelo
Ruta 1 km 163, Colonia

Solicitante: SACEEM

Setiembre 2017

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA

Solicitante: Ing. Nestor Sclavi
SACEEM

Proyecto: Puente Arroyo Riachuelo

Ubicación: Ruta 1 km 163, Colonia

Informe N°: 917/17

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe da cuenta de los trabajos realizados para la caracterización geotécnica de la estratigrafía del subsuelo en la zona contigua al puente sobre el Arroyo Riachuelo, en el kilómetro 163 de la Ruta 1, en el Departamento de Colonia.

Se realizaron 4 (cuatro) perforaciones cuyas ubicaciones fueron determinadas por el solicitante, en función de las condiciones de acceso existentes al momento de los trabajos de campo y las características del proyecto, y se ilustran en el croquis de la Figura 1.



Figura 1. Croquis de ubicación de los puntos de estudio

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

En respuesta a la solicitud planteada los objetivos del estudio fueron:

- reconocimiento de los diferentes estratos presentes en el subsuelo;
- caracterización de suelos y rocas existentes en la zona de influencia del proyecto;
- recomendaciones sobre las alternativas para las fundaciones, incluyendo las tensiones y cargas admisibles correspondientes;
- determinación de diámetros equivalentes de muestras de suelo, para análisis de socavación.

3. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo se realizaron los días 16, 17, 27 y 28 de setiembre de 2017. Al momento de los trabajos de campo la margen hacia Montevideo presentaba condiciones de difícil acceso en cambio la de Colonia estaba en buenas condiciones. La Figura 2 muestra una vista del acceso este del puente al momento de los trabajos de perforación.



Figura 2. Vista del punto de estudio P1, al momento de los trabajos de campo

Se trabajó en cuatro puntos de estudio, realizándose 2 perforaciones con equipo rotativo manual hasta alcanzar la condición de rechazo, con ensayos SPT a cada metro de avance y recolección de muestras alteradas. En dos de las perforaciones (P1 y P3) se realizaron perforaciones por debajo de la condición de rechazo, hasta 13m de profundidad, con equipo rotativo mecanizado,

Maquesonda modelo Sonda Mach 920, con corona diamantada. La Figura 3 muestra el equipo de perforación empleado instalado en el punto P3.



Figura 3. Vista de la zona de estudio desde acceso Oeste con equipo de perforación instalado en el punto P3

Durante el proceso de perforación se realizaron las siguientes tareas:

- caracterización de los suelos y rocas presentes en el perfil a partir de la descripción táctil-visual de los materiales resultantes en el proceso de perforación,
- determinación directa de la existencia de napa freática y techo de roca, y localización de los mismos en profundidad con respecto a la boca de la perforación,

- ensayos SPT a cada metro de avance de la perforación en suelo,
- recolección de muestras alteradas de suelo, para ensayos de laboratorio,
- recuperación de testigos de roca, y acondicionamiento de los mismos en cajas de carton-plast; registro fotográfico de las cajas de testigos de roca.

La Tabla 1 presenta las profundidades relevantes de los puntos de perforación, junto con las coordenadas UTM-WGS84 de los puntos de estudio. Se tomó como nivel de referencia el nivel de terreno natural al momento de los trabajos de perforación.

En Anexo se presentan las planillas de registro de perforación, junto con el registro fotográfico de los testigos de roca recuperados, correspondientes a los puntos de perforación ejecutados.

Tabla 1. Profundidades relevantes

Punto de exploración	Coordenadas UTM – WGS 84	Profundidad de la napa freática (m)	Profundidad del techo de roca (m)	Profundidad máxima alcanzada (m)
P1	435820 / 6190827	1,95	2,50	13,0
P2	435781 / 6190814	1,05	2,20	3,10
P3	435752 / 6190806	1,35	3,00	13,5
P4	435729 / 6190801	1,60	3,50	4,40

4. TRABAJOS DE LABORATORIO

Sobre el total de las muestras recolectadas, fueron escogidas un total de 15 para los análisis de laboratorio. Las muestras procesadas fueron seleccionadas con el objetivo de caracterizar los diferentes estratos encontrados en los procesos de perforación de cada punto de estudio. Dichos estratos fueron identificados en el campo a través de la descripción táctil-visual de los materiales resultantes del proceso de perforación.

Sobre las muestras seleccionadas fueron ejecutados los siguientes ensayos: determinación de humedad natural, ensayos de análisis granulométrico y determinación de límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico). A partir de la información obtenida a través del análisis granulométrico y las determinaciones de límites de Atterberg, se realizó la clasificación de cada muestra procesada mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Adicionalmente, a pedido del solicitante, se determinaron los diámetros equivalentes D_{50} y D_{95} de cada una de las muestras analizadas.

La Tabla 2 resume los resultados obtenidos en las muestras analizadas y la Figura 3 presenta los valores de LL e IP en la Carta de Plasticidad de Casagrande. En el Anexo se incluyen las curvas granulométricas correspondientes a las muestras analizadas.

Tabla 2. Resumen de resultados de los trabajos de laboratorio

Punto de Estudio	Muestra	Prof (m)	W _{NAT} (%)	LP	LL	Pasa #200 (%)	Pasa #40 (%)	Clasificación de suelos (SUCS)
P1	M1	0,5	24,4	24	37	57,0	69,5	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	1,0	30,8	31	42	80,7	90,0	Limo de baja compresibilidad – ML
	M3	2,0	26,2	24	35	61,9	72,7	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M4	3,0	27,2	21	30	59,7	72,9	Arcilla de baja compresibilidad – CL
P2	M1	0,5	36,8	26	45	73,6	86,7	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	1,0	38,7	23	36	69,4	75,7	Arcilla de baja compresibilidad – CL
P3	M1	0,5	34,2	27	38	65,5	86,1	Limo de baja compresibilidad – ML
	M2	1,0	35,0	27	44	77,8	87,6	Limo de baja compresibilidad – ML
	M3	2,0	37,5	27	43	75,6	85,8	Limo de baja compresibilidad – ML
	M4	3,0	44,5	27	45	83,4	93,2	Limo de baja compresibilidad – ML
P4	M1	0,5	31,0	21	34	69,1	87,4	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	1,0	35,1	26	42	85,5	93,4	Limo de baja compresibilidad – ML
	M3	2,0	29,5	21	34	64,4	83,5	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M4	3,0	27,5	19	34	81,9	94,8	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M5	4,0	23,8	16	26	69,6	91,2	Arcilla de baja compresibilidad – CL

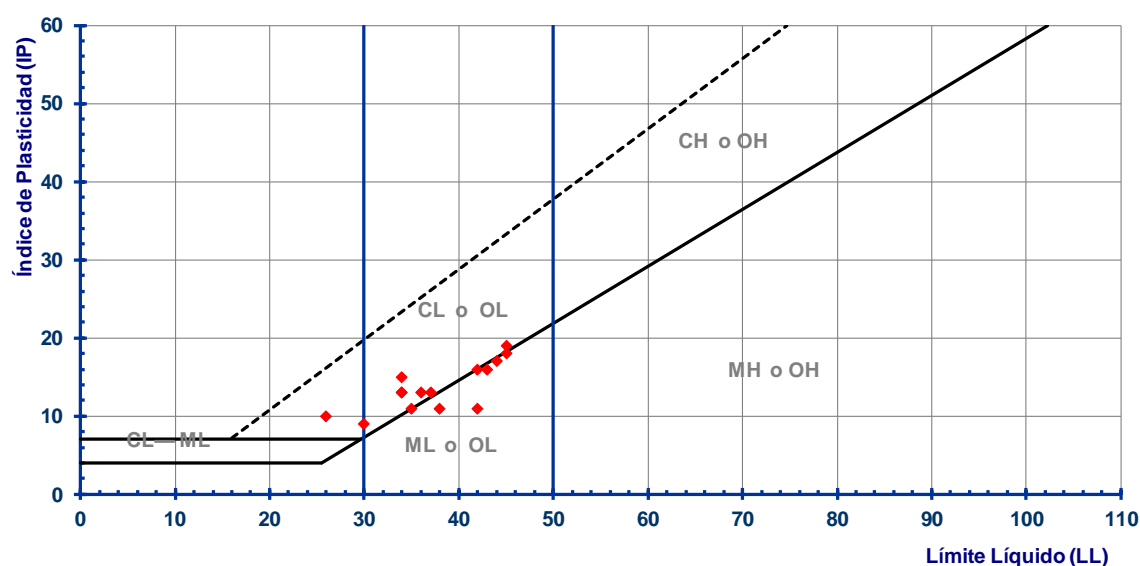


Figura 3. Representación de las muestras analizadas en la Carta de Plasticidad

La Tabla 4 presenta los valores estimados de D₅₀ y D₉₅ obtenidos en las muestras que fueron escogidas para el análisis de socavación.

Tabla 4. Valores de D₅₀ y D₉₅

Punto	Muestra	Prof. [m]	D ₅₀ [mm]	D ₉₅ [mm]
P1	M1	0,50	< 0,074	5,50
	M2	1,00	< 0,074	1,00
	M3	2,00	< 0,074	5,50
	M4	3,00	< 0,074	4,10
P2	M1	0,50	< 0,074	1,25
	M2	1,00	< 0,074	5,20
P3	M1	0,50	< 0,074	1,30
	M2	1,00	< 0,074	1,30
	M3	2,00	< 0,074	1,30
	M4	3,00	< 0,074	0,72
P4	M1	0,50	< 0,074	1,30
	M2	1,00	< 0,074	0,66
	M3	2,00	< 0,074	1,65
	M4	3,00	< 0,074	0,45
	M5	4,00	< 0,074	0,90

5. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUBSUELO

El perfil encontrado puede describirse de manera general como compuesto por una cobertura de suelos arcillosos y limosos con arena, de coloraciones variadas (negro, marrón, gris) y espesores variables entre 3,10m y 4,40m, por debajo de la cual se encuentra el techo de roca, en donde se alcanza la condición de rechazo en el ensayo SPT. En la zona de estudio el macizo rocoso está compuesto por rocas del tipo GNEIS ANFIBOLICO gris verdoso, que se presentan fundamentalmente completamente meteorizadas (W_5) hasta las máximas

profundidades investigadas, del orden de 13m desde el nivel de terreno; la excepción a lo indicado la constituye la roca encontrada en P3, de 3,50m a 5,00m de profundidad, que se presenta moderadamente meteorizada (W_3) y muy fracturada.

Al momento de los trabajos de campo se encontraron niveles de napa freática en todas las perforaciones realizadas, a profundidades variables entre 1,05m (P2) y 1,95m (P1).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

6.1 Condiciones de Excavabilidad

Desde el punto de vista de las características resistentes de los materiales encontrados, las tareas de excavación podrán realizarse con equipos de mediano porte hasta profundidades variables entre 3,00m y 4,00m. Para profundidades mayores se anticipan condiciones de excavación más exigentes, debiéndose prever la utilización retroexcavadoras de gran porte con herramientas propias de excavación en roca (rippers, martillos).

Dadas las condiciones hidráulicas detectadas, presencia de napa freática abundante, en los trabajos de excavación que avancen por debajo de los 1,50m de profundidad, se debería prever la utilización de bombeos y entibaciones.

6.2 Fundaciones Directas

En caso que el proyecto considere la alternativa de fundaciones directas, se sugiere que las bases se apoyen con una penetración en el macizo rocoso de 1m por debajo de la condición de rechazo determinada en los ensayos SPT realizados; dicha condición determina un nivel de apoyo ubicado a una profundidad del orden de 4m, en los estratos de Gneis gris verdoso altamente meteorizado. En estas condiciones se sugiere la adopción de una tensión vertical admisible a la compresión de 500 kPa.

Se recomienda apoyar las bases de fundación sobre un sello de hormigón pobre de regularización de 5cm de espesor mínimo.

6.3 Fundaciones mediante Pilotes

Para el diseño de fundaciones mediante pilotes se recomienda utilizar los valores de la Tabla 4 donde se presentan tensiones admisibles de punta, fricción lateral y valores de módulo de balasto horizontal en función de la profundidad y el diámetro (D) del pilote.

Tabla 4. Parámetros geotécnicos para el diseño de pilotes

Profundidad (m)	Tensión admisible de punta σ_p (kPa)	Tensión admisible de fricción τ (kPa)	Módulo de balasto horizontal K_h (kg/cm ³)
0,00 - 3,00	-	-	-
3,00 - 13,00	2500	80	900 / D (*)

(*) D = diámetro del pilote en cm

Es necesario señalar que la opción de fundaciones mediante pilotes, considerada a la luz de los resultados obtenidos en P3, hace necesaria la utilización de equipos rotoneumáticos con martillo de fondo (DTH), para permitir la penetración en la roca meteorizada encontrada.

Ing. Ernesto Patrone

MSc. Ing. Leonardo Abreu



ANEXO

**Planillas de registro de perforación
Resultados de ensayos de laboratorio
Registro Fotográfico de testigos de roca**

Informe: 917/17
SACEEM_Puente sobre Arroyo Riachuelo
Ruta 1 km 163, Colonia

PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Puente sobre Arroyo Riachuelo

Punto de Exploración :

Ubicación: Ruta 1, Colonia

Fecha:

16-set-17

P1

Hoja 1 de 2

NOMENCLATURA: N.F. Napa Freática w_{nat} Humedad Natural LP Límite Plástico
LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200 %40 Pasa Tamiz #40
SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio						Prof. (m)
			Suelo arcilloso negro 0,20 m	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	
	M1		Arcilla marrón claro de consistencia blanda, con trozos de roca (relleno)	24,4	24	37	57,0	69,5	CL	
1	M2	N(SPT) = 6	1,00 m	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	1
			Arcilla negra, de consistencia blanda, con restos de raíces y olor a materia orgánica 1,60 m							
2	M3	N(SPT) = 7	Prof. 1,95m: N.F. Arcilla arenosa marrón, de consistencia media, con carbonato de calcio	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	2
			2,50 m							
3	M4	N(SPT) > 100	Roca descompuesta: matriz de arcilla arenosa marrón con trozos de roca	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	3
		Rec. = 0% RQD = 0		27,2	21	30	59,7	72,9	CL	
4										4
5		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado (W_5), textura arenosa con abundante presencia de mica							5
6		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado (W_5), textura arenosa con abundante presencia de mica							6
7										7

Método de perforación: rotativo manual, SPT, extracción de muestras alteradas/rotativo mecanizado, corona diamantada

Cota Boca Perfor.: NT

OBSERVACIONES:


Prof. Máx. Alcanzada: 13,00m



PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Puente sobre Arroyo Riachuelo		Punto de Exploración : P1
Ubicación: Ruta 1, Colonia	Fecha: 16-set-17	
Hoja 2 de 2	NOMENCLATURA: N.F. Napa Freática w_{nat} Humedad Natural LP Límite Plástico LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200 %40 Pasa Tamiz #40 SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)
8		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado (W_5), textura arenosa con abundante presencia de mica		8
9		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado (W_5), textura arenosa con abundante presencia de mica		9
10					10
11		Rec. = 27% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, altamente meteorizado (W_4)		11
12		Rec. = 47% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, altamente meteorizado (W_4)		12
13					13
Fin de la perforación					
14					14

Método de perforación: rotativo manual, SPT, extracción de muestras alteradas/rotativo mecanizado, corona diamantada		
Cota Boca Perfor.: NT	OBSERVACIONES:	
Prof. Máx. Alcanzada: 13,00m		

PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Puente sobre Arroyo Riachuelo

Punto de Exploración :

Ubicación: Ruta 1, Colonia

Fecha:
16-set-17

P2

Hoja 1 de 1

NOMENCLATURA: N.F. Napa Freática w_{nat} Humedad Natural LP Límite Plástico
LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200 %40 Pasa Tamiz #40
SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio						Prof. (m)
	M1		Arcilla arenosa negra, de consistencia muy blanda	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	
				36,8	26	45	73,6	86,7	CL	
1	M2	N(SPT) = 3	1,00 m	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	1
			Prof. 1,05m: N.F.	38,7	23	36	69,4	75,7	CL	
2		N(SPT) = 9	Arcilla arenosa marrón, de consistencia muy blanda. Mucha agua en el pozo, no se recupera muestra							2
			2,20 m							
3		N(SPT) > 100	Roca descompuesta: matriz de arcilla arenosa marrón con trozos de roca y carbonato de calcio							3
4	Impenetrable por resistencia a la perforación manual - Fin de la perforación									4
5										5
6										6
7										7

Método de perforación: rotativo manual, SPT, extracción de muestras alteradas

Cota Boca Perfor.: NTN


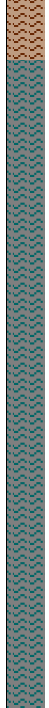
OBSERVACIONES:


Prof. Máx. Alcanzada: 3,10m



PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Puente sobre Arroyo Riachuelo		Punto de Exploración : P3
Ubicación: Ruta 1, Colonia	Fecha: 17-set-17	
Hoja 1 de 2	NOMENCLATURA: N.F. Napa Freática w_{nat} Humedad Natural LP Límite Plástico LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200 %40 Pasa Tamiz #40 SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD -% Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)
	M1		 Prof.1,35m: N.F.	w_{nat} LP LL % 200 % 40 SUCS 34,2 27 38 65,5 86,1 ML	
1	M2	N(SPT) = 3		w_{nat} LP LL % 200 % 40 SUCS 35,0 27 44 77,8 87,6 ML	1
2	M3	N(SPT) = 9		w_{nat} LP LL % 200 % 40 SUCS 37,5 27 43 75,6 85,8 ML	2
3	M4	N(SPT) > 100		w_{nat} LP LL % 200 % 40 SUCS 44,5 27 45 83,4 93,2 ML	3
4		 Rec. = 73% RQD = 0 Rec. = 0% RQD = 0 Rec. = 40% RQD = 0	Roca descompuesta: matriz limosa marrón claro con trozos de roca		4
5			GNEIS gris verdoso, moderadamente meteorizado (W ₃), muy fracturado		5
6			GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado (W ₅)		6
7			GNEIS gris verdoso, altamente meteorizado (W ₄), muy fracturado		7

Método de perforación: rotativo manual, SPT, extracción de muestras alteradas		
Cota Boca Perfor.: NTN	OBSERVACIONES:	
Prof. Máx. Alcanzada: 13,50m		

PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Puente sobre Arroyo Riachuelo

Punto de Exploración :

Ubicación: Ruta 1, Colonia

Fecha:
17-set-17

P3

Hoja 2 de 2

NOMENCLATURA: N.F. Napa Freática w_{nat} Humedad Natural LP Límite Plástico
LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200 %40 Pasa Tamiz #40
SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)
8		Rec. = 40% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, altamente meteorizado (W_4), muy fracturado		8
9		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso a negro, completamente meteorizado (W_5), textura arenosa		9
10		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso a negro, completamente meteorizado (W_5), textura arenosa		10
11		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso a negro, completamente meteorizado (W_5), textura arenosa		11
12		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso a negro, completamente meteorizado (W_5), textura arenosa		12
13		Rec. = 13% RQD = 0	GNEIS gris verdoso a negro, altamente meteorizado (W_4), trozos centimétricos al final de la perforación (20cm)		13
14	Fin de la perforación				14

Método de perforación: rotativo manual, SPT, extracción de muestras alteradas/rotativo mecanizado, corona diamantada

Cota Boca Perfor.: NTN

OBSERVACIONES:

Prof. Máx. Alcanzada: 13,50m



PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Puente sobre Arroyo Riachuelo

Punto de Exploración :

Ubicación: Ruta 1, Colonia

Fecha:

17-set-17

P4

Hoja 1 de 1

NOMENCLATURA: N.F. Napa Freática w_{nat} Humedad Natural LP Límite Plástico
LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200 %40 Pasa Tamiz #40
SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio						Prof. (m)
	M1		Arcilla y Limo arenosos, de color negro, de consistencia blanda a media	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	
				31,0	21	34	69,1	87,4	CL	
1	M2	N(SPT) = 7		w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	1
				35,1	26	42	85,5	93,4	ML	
2	M3	N(SPT) = 14	Prof. 1,60m: N.F. 2,00 m	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	2
				29,5	21	34	64,4	83,5	CL	
3	M4	N(SPT) = 13	Arcilla arenosa marrón, de consistencia firme, con carbonato de calcio 3,00 m	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	3
				27,5	19	34	81,9	94,8	CL	
4	M5	N(SPT) > 100	Arcilla gris verdoso, de consistencia firme, con arena 3,50 m Roca descompuesta: matriz de arcilla arenosa gris verdoso con trozos de roca	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	4
				23,8	16	26	69,6	91,2	CL	
5			Impenetrable por resistencia a la perforación manual - Fin de la perforación							5
6										6
7										7

Método de perforación: rotativo manual, SPT, extracción de muestras alteradas

Cota Boca Perfor.: NTN

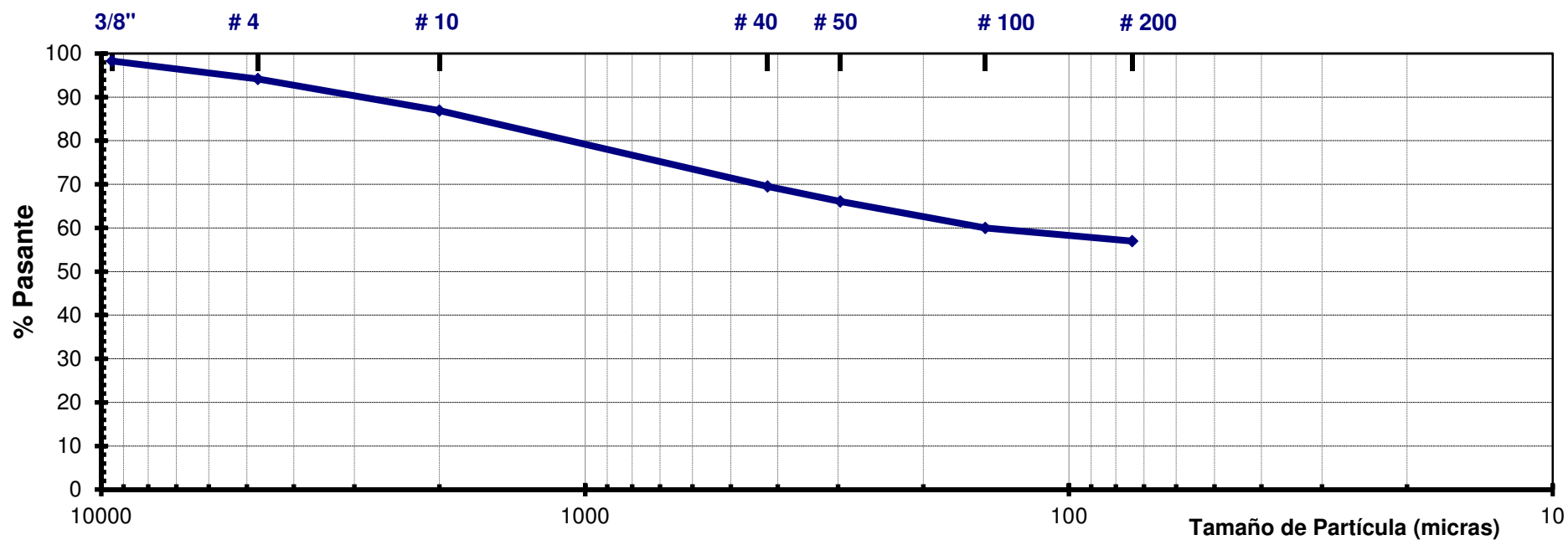
Prof. Máx. Alcanzada: 4,40m

OBSERVACIONES:




Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

Denominación de los tamices utilizados (U.S. standard)



GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

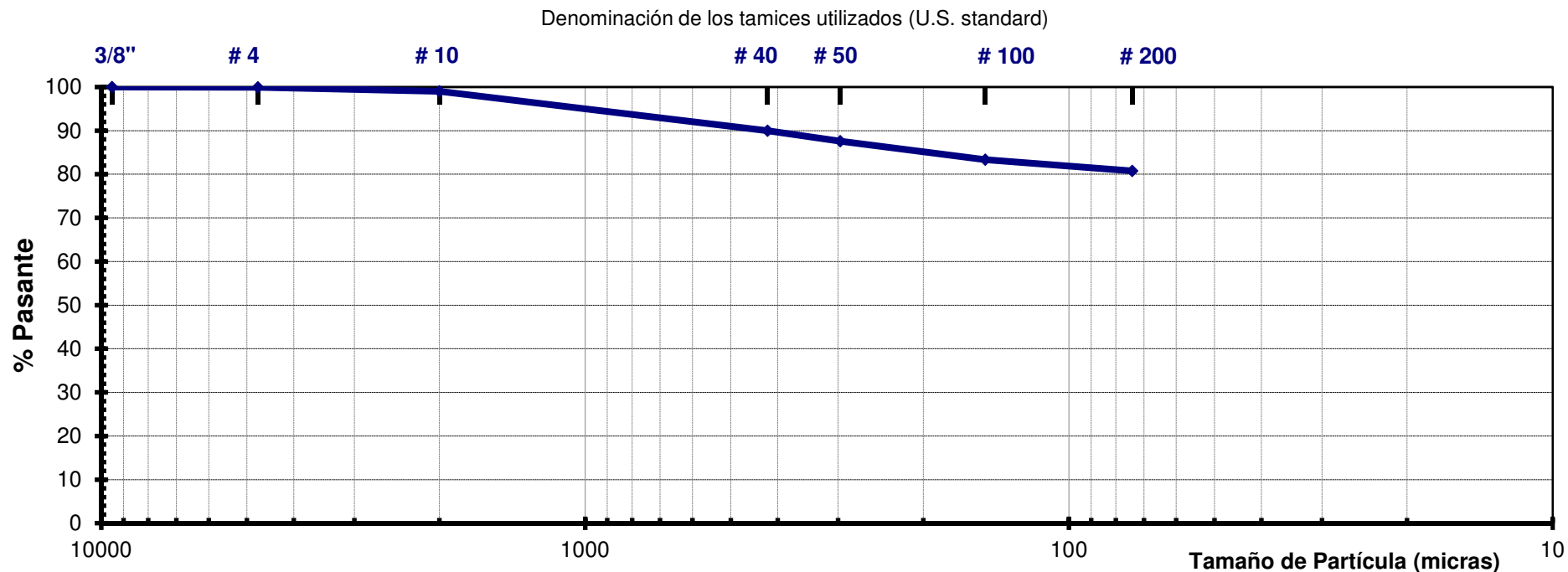
según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P1		Muestra N°: M1		Profundidad (m) 0,50			
w _{nat} (%) : 24,4		LP = 24		LL = 37			Clasificación SUCS Arcilla arenosa de baja compresibilidad - CL
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017			

Clasificación SUCS


Arcilla arenosa de baja
compresibilidad - CL

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



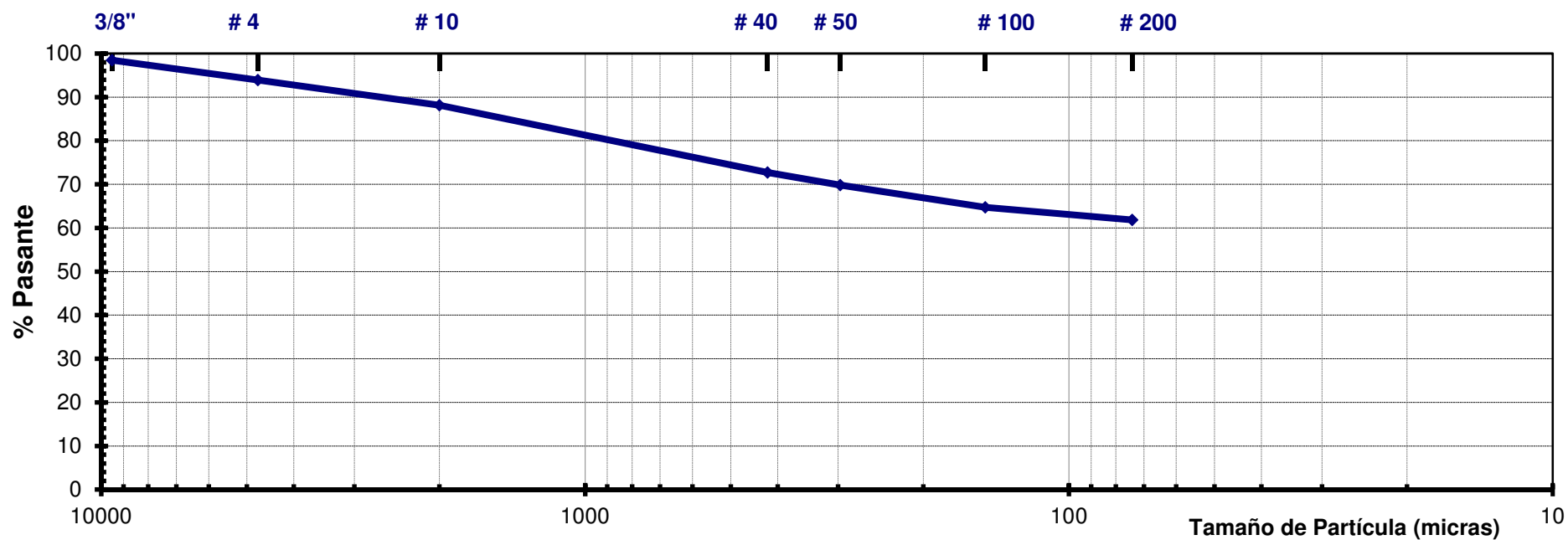
GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P1		Muestra N°: M2		Profundidad (m) 1,00		
w_{nat} (%) : 30,8	LP = 31	LL = 42	Clasificación SUCS Limo de baja compresibilidad con arena - ML			
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017		


Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

Denominación de los tamices utilizados (U.S. standard)



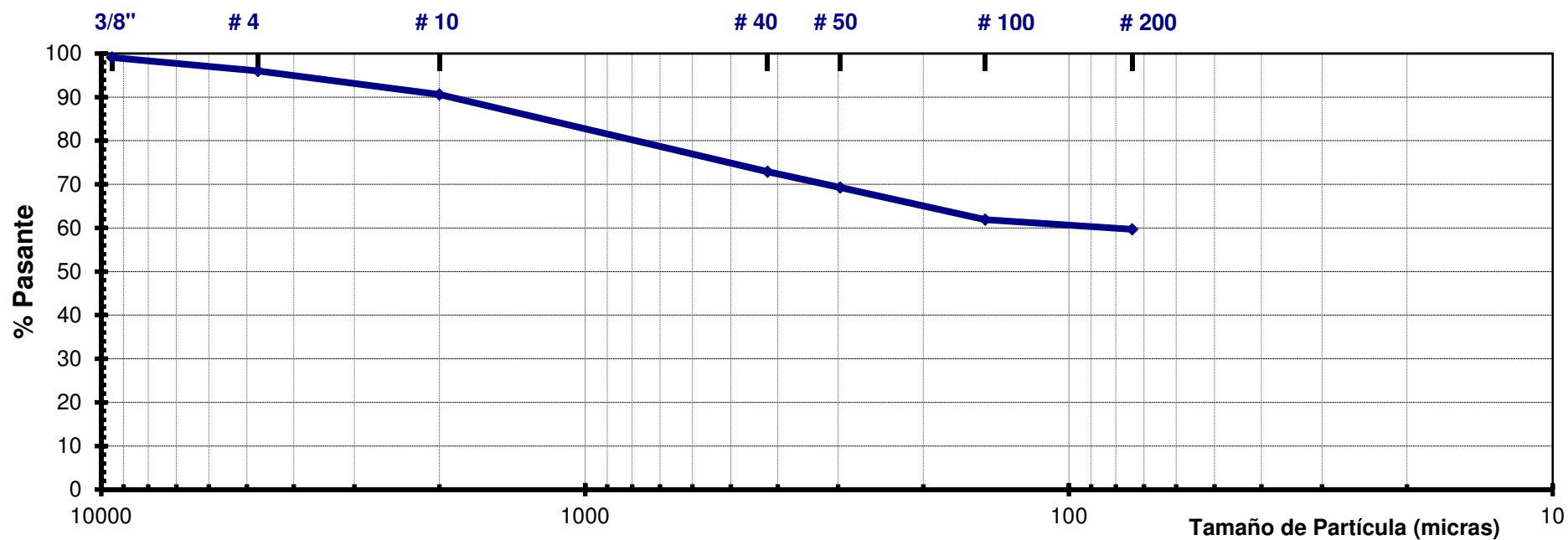
GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P1		Muestra N°: M3		Profundidad (m) 2,00		
w _{nat} (%) : 26,2	LP = 24	LL = 35	Clasificación SUCS Arcilla arenosa de baja compresibilidad - CL			
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017		


Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

Denominación de los tamices utilizados (U.S. standard)



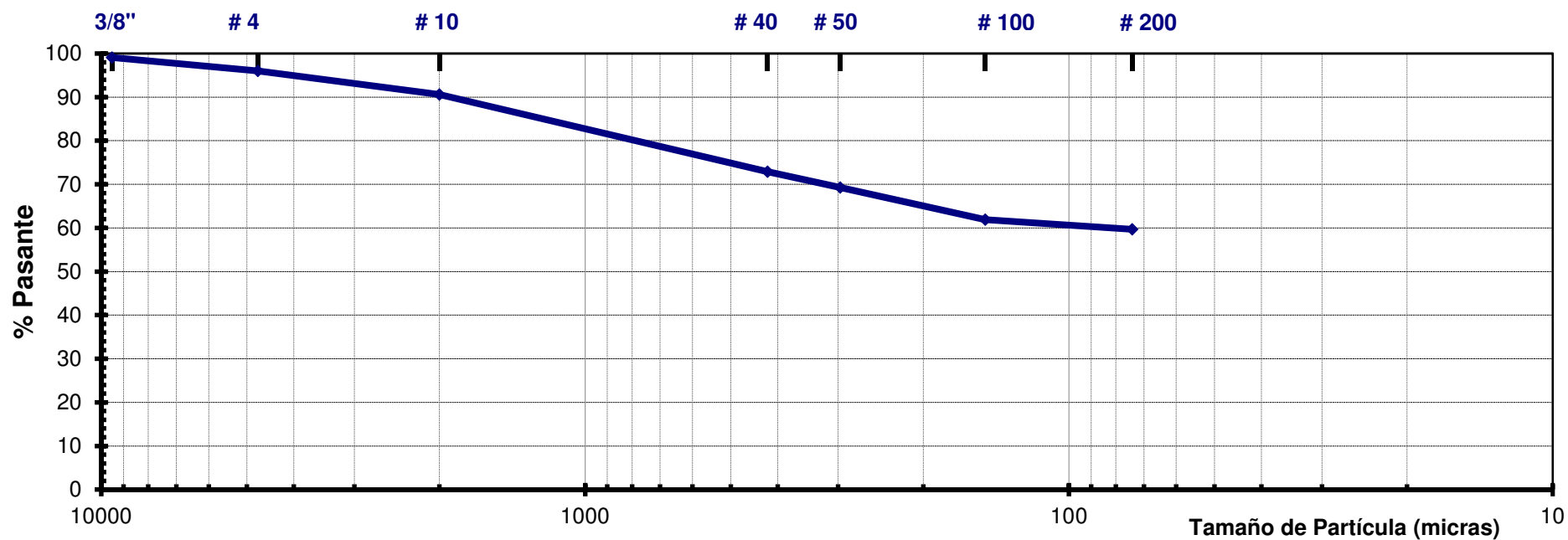
GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P1		Muestra N°: M4		Profundidad (m) 2,70		
w_{nat} (%) : 27,2	LP = 21	LL = 30	Clasificación SUCS Arcilla arenosa de baja compresibilidad - CL			
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia			Fecha : Setiembre 2017	


Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

Denominación de los tamices utilizados (U.S. standard)



GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

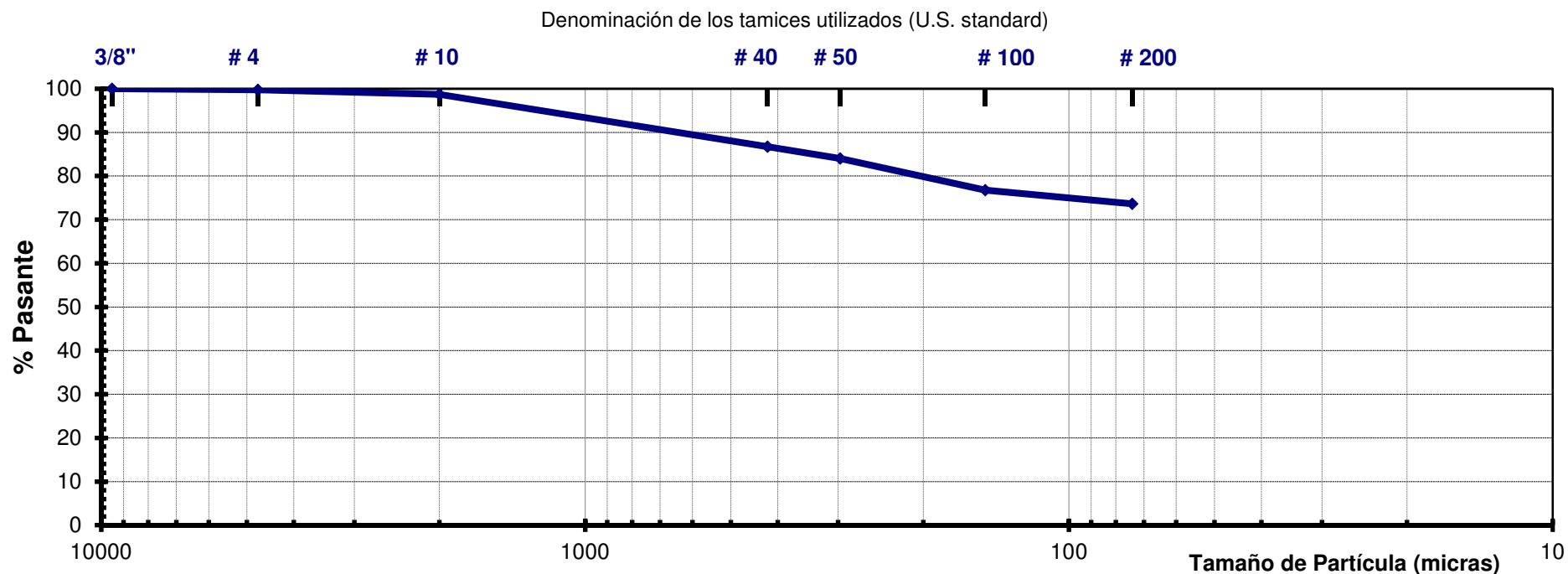
según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P1		Muestra N°: M4		Profundidad (m) 3,0			
w _{nat} (%) : 27,2		LP = 21		LL = 30			Clasificación SUCS Arcilla arenosa de baja compresibilidad - CL
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017			

Clasificación SUCS


Arcilla arenosa de baja
compresibilidad - CL

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



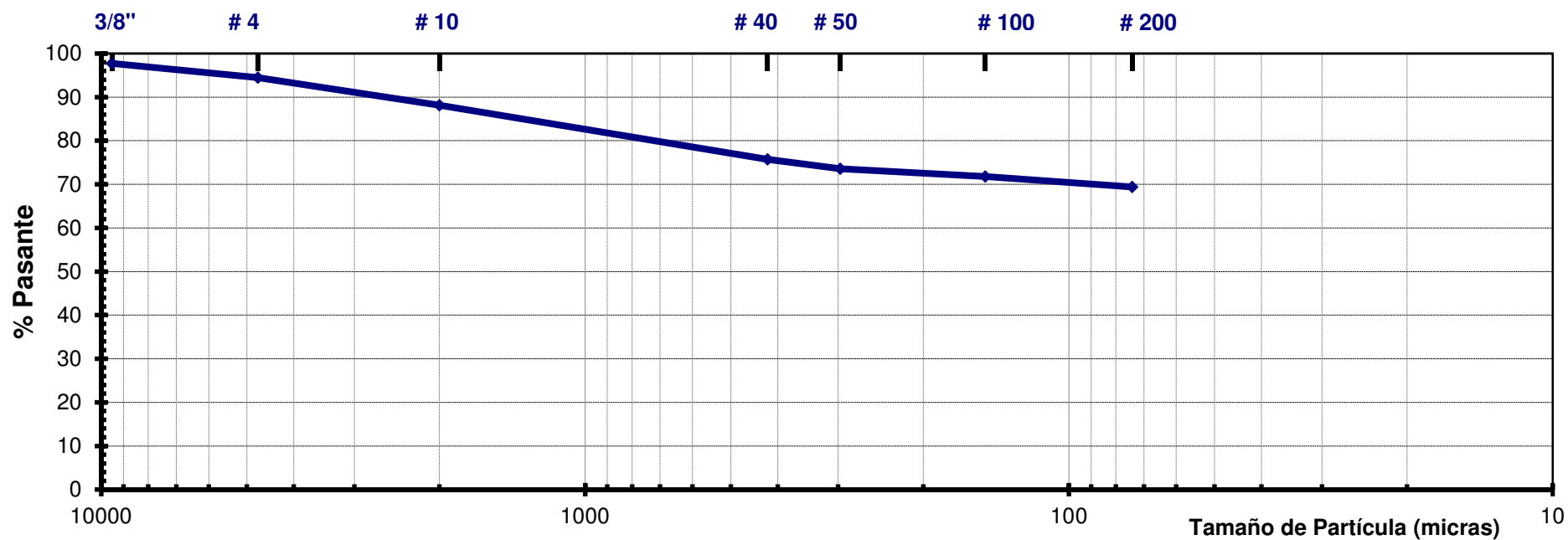
GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P2		Muestra N°: M1		Profundidad (m) 0,50		
w _{nat} (%) : 36,8	LP = 26	LL = 45	Clasificación SUCS Arcilla de baja compresibilidad con arena- CL			
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017		


Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

Denominación de los tamices utilizados (U.S. standard)



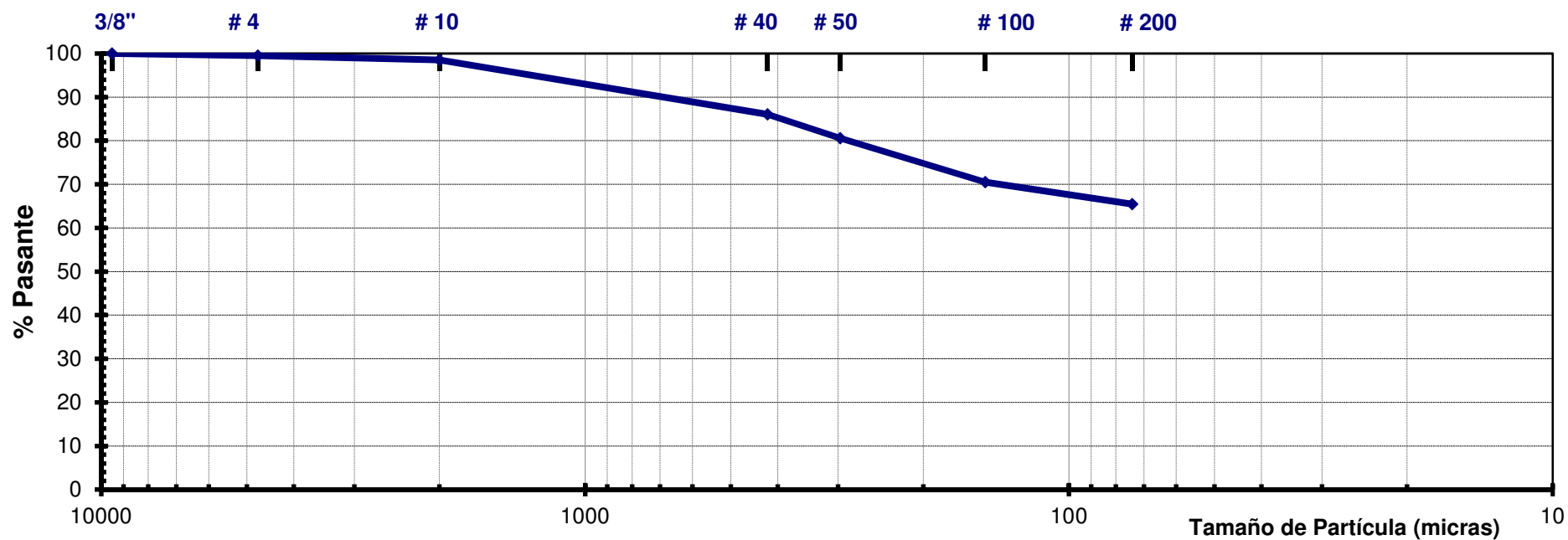
GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P2		Muestra N°: M2		Profundidad (m) 1,00		
w _{nat} (%) : 38,7	LP = 23	LL = 36	Clasificación SUCS Arcilla arenosa de baja compresibilidad - CL			
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017		


Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

Denominación de los tamices utilizados (U.S. standard)

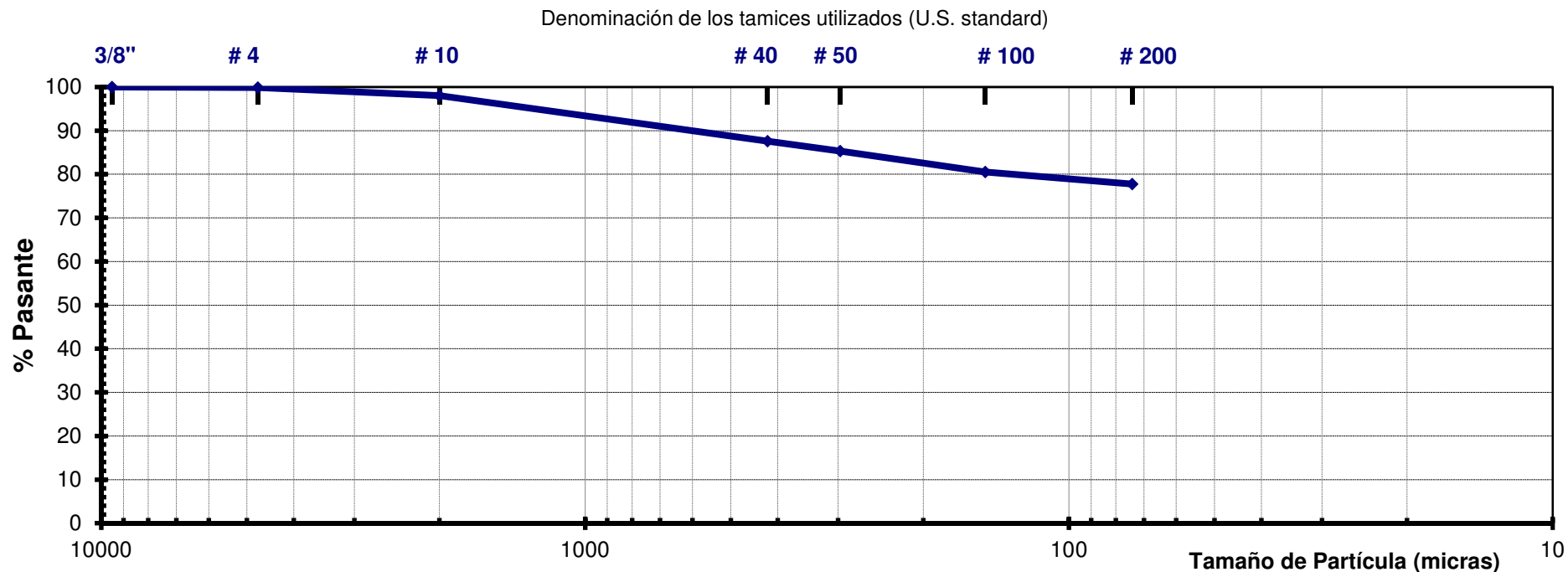


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)


Punto de exploración N°: P3		Muestra N°: M1		Profundidad (m) 0,50		
w _{nat} (%) : 34,2	LP = 27	LL = 38	Clasificación SUCS Limo arenoso de baja compresibilidad - ML			
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

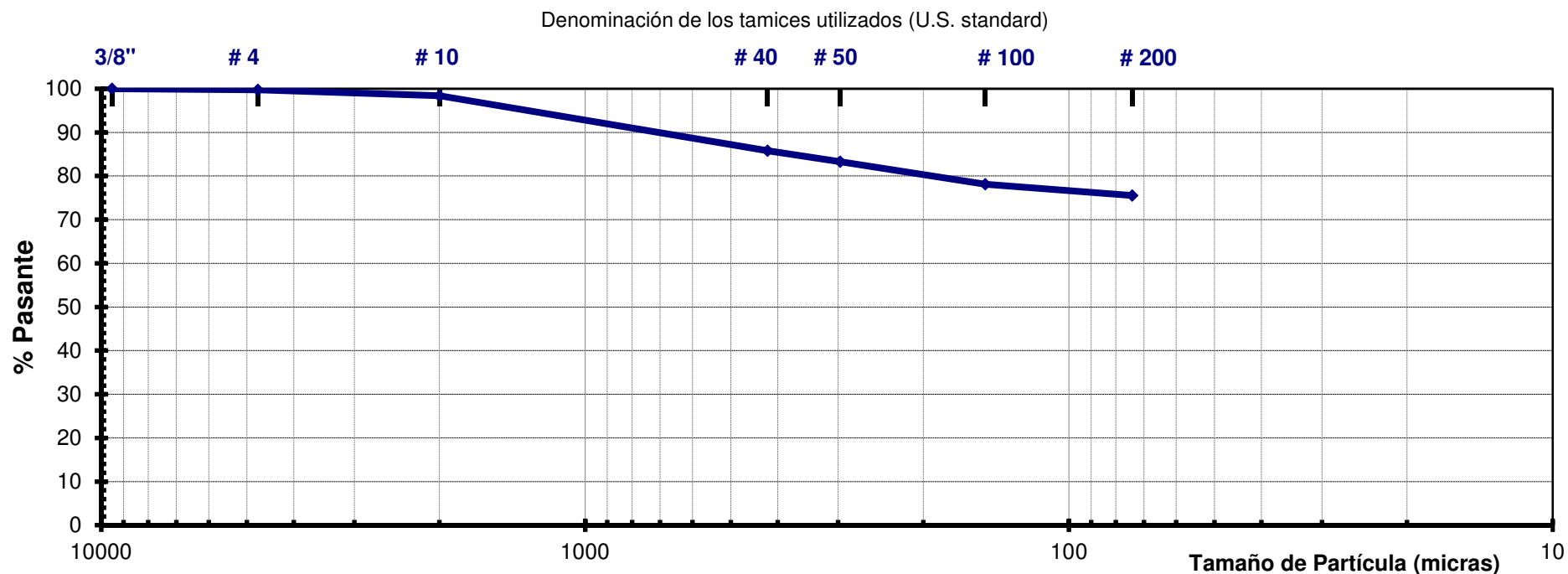


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)


Punto de exploración N°: P3		Muestra N°: M2		Profundidad (m) 1,00						
w _{nat} (%) : 35,0		LP = 27		LL = 44			Clasificación SUCS		Limo de baja compresibilidad con arena - ML	
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo				Ubicación: Ruta 1 - Colonia				Fecha : Setiembre 2017		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

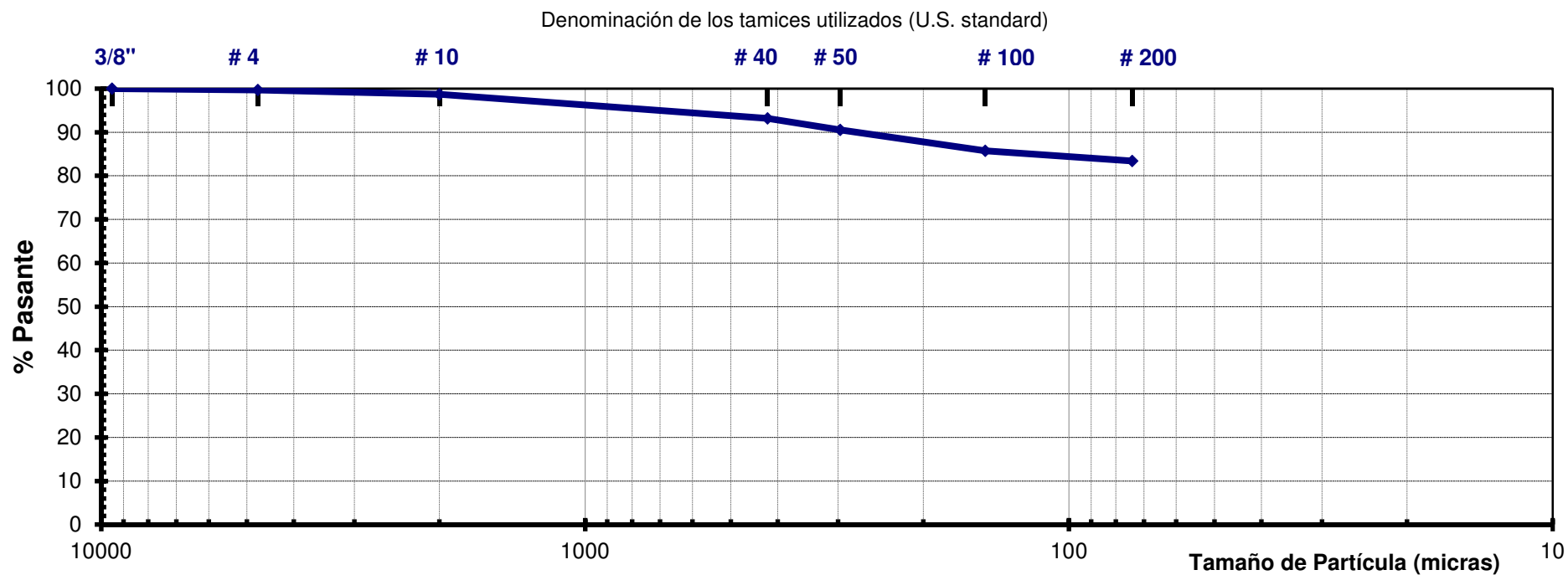


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)


Punto de exploración N°: P3		Muestra N°: M3		Profundidad (m) 2,00						
w _{nat} (%) : 37,5		LP = 27		LL = 43			Clasificación SUCS		Limo de baja compresibilidad con arena - ML	
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo				Ubicación: Ruta 1 - Colonia				Fecha : Setiembre 2017		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



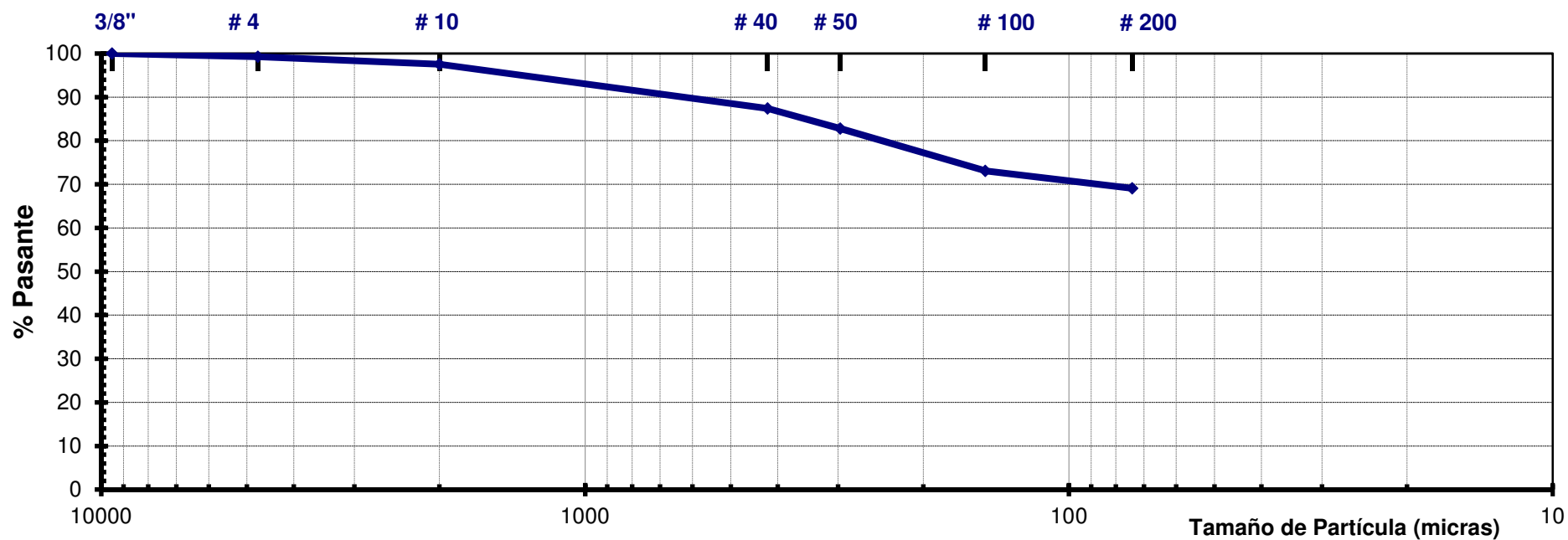
GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P3		Muestra N°: M4		Profundidad (m) 3,00						
w _{nat} (%) : 44,5		LP = 27		LL = 45			Clasificación SUCS		Limo de baja compresibilidad - ML	
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo				Ubicación: Ruta 1 - Colonia				Fecha : Setiembre 2017		


Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

Denominación de los tamices utilizados (U.S. standard)

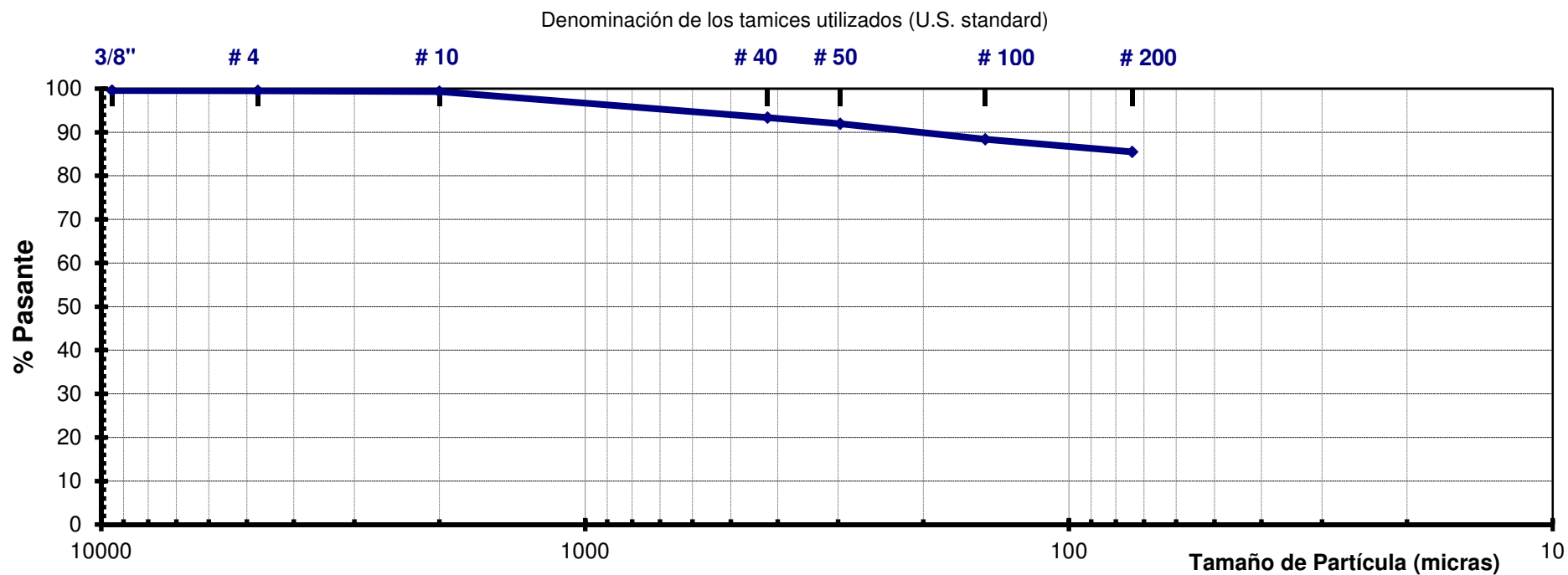


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)


Punto de exploración N°: P4		Muestra N°: M1		Profundidad (m) 0,50		
w _{nat} (%) : 31,0	LP = 21	LL = 34	Clasificación SUCS		Arcilla arenosa de baja compresibilidad - CL	
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



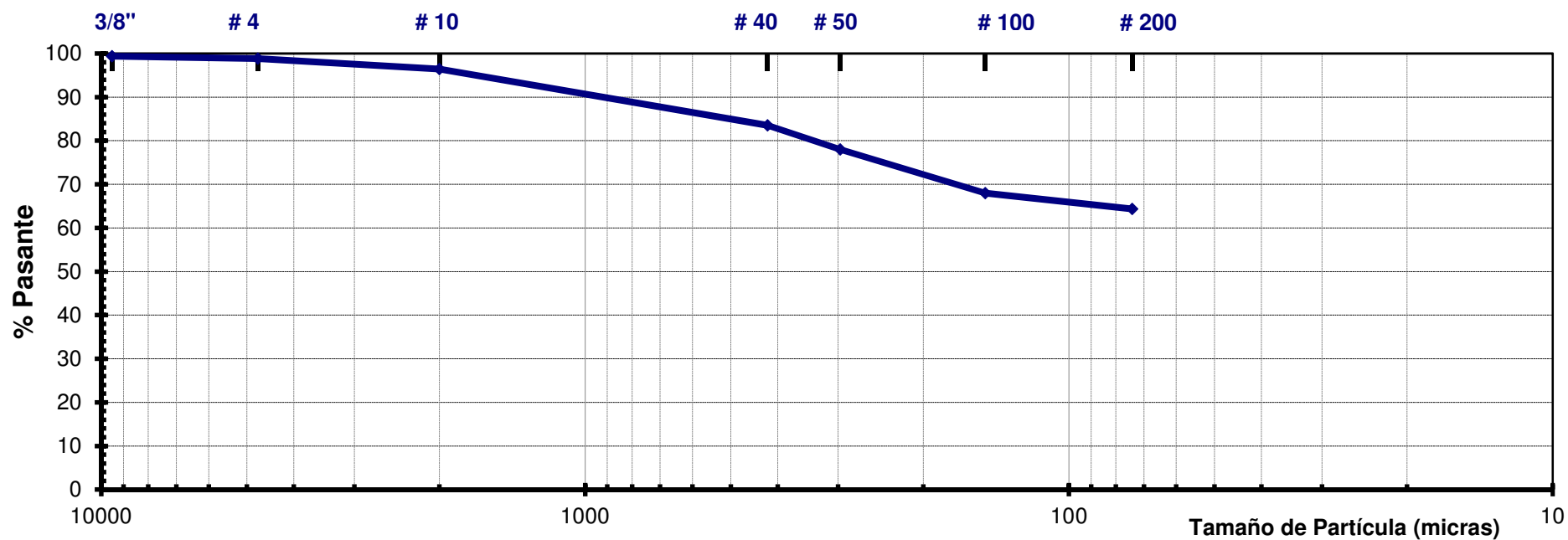
GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P4		Muestra N°: M2		Profundidad (m) 1,00		
w _{nat} (%) : 35,1	LP = 26	LL = 42	Clasificación SUCS Limos de baja compresibilidad - ML			
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017		


Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

Denominación de los tamices utilizados (U.S. standard)

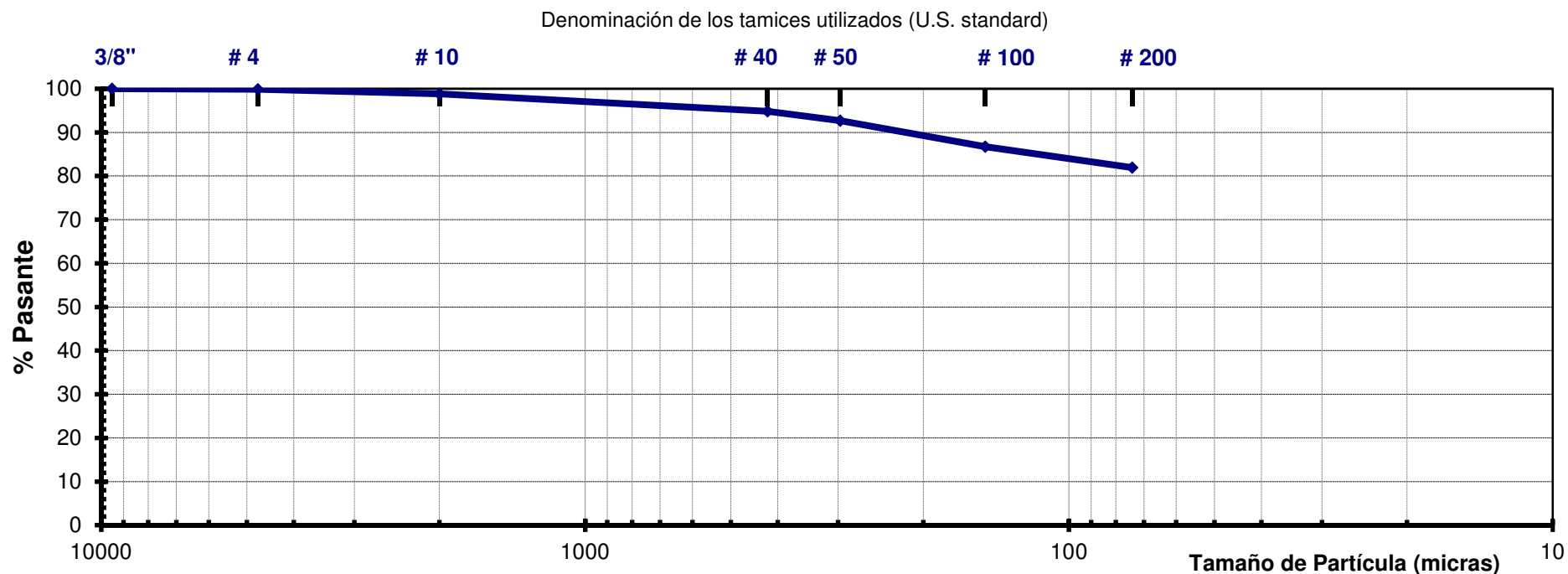


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)


Punto de exploración N°: P4		Muestra N°: M3		Profundidad (m) 2,00		
w _{nat} (%) : 29,5	LP = 21	LL = 34	Clasificación SUCS		Arcilla arenosa de baja compresibilidad - CL	
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

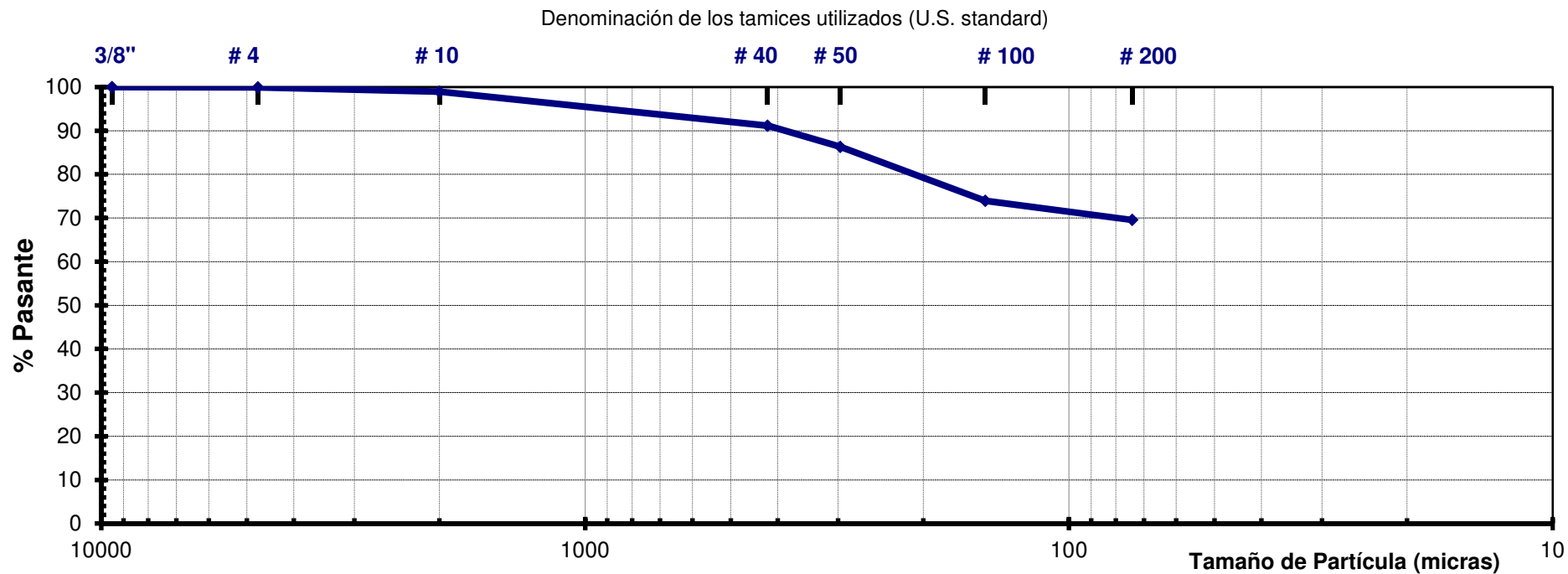


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)


Punto de exploración N°: P4		Muestra N°: M4		Profundidad (m) 3,00			
w _{nat} (%) : 27,5		LP = 19		LL = 34			Clasificación SUCS Arcilla de baja compresibilidad con arena - CL
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017			

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de exploración N°: P4		Muestra N°: M5		Profundidad (m) 4,00		
w _{nat} (%) : 23,8	LP = 16	LL = 26	Clasificación SUCS Arcilla arenosa de baja compresibilidad - CL			
PROYECTO : Puente Arroyo Riachuelo		Ubicación: Ruta 1 - Colonia		Fecha : Setiembre 2017		

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE TESTIGOS DE ROCA



Proyecto: Ampliación Puente sobre A° Riachuelo Ruta 1 km 163



Tipo de roca	Prof. (m)	% de recup.	RQD
GNEIS	2,50 – 4,00	0	0
	4,00 – 5,50	0	0
	5,50 – 7,00	0	0
	7,00 – 8,50	0	0
	8,50 – 10,00	0	0
	10,00 – 11,50	27	0
	11,50 – 13,00	47	0

Observaciones:

Punto de Exploración **P01**

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE TESTIGOS DE ROCA



Proyecto: Ampliación Puente sobre A° Riachuelo Ruta 1 km 163



Tipo de roca	Prof. (m)	% de recup.	RQD
GNEIS	3,50 – 5,00	73	0
	5,00 – 6,50	0	0
	6,50 – 8,00	40	0
	8,00 – 9,50	0	0
	9,50 – 11,00	0	0
	11,00 – 12,50	0	0
	12,50 – 13,50	13	0

Observaciones:

Punto de Exploración **P03**