EMISIÓN DE PM10 EN

DIFERENTES SISTEMAS DE

LABRANZAS

Tesistas: LOUISE, Matías Ezequiel.

PEREZ-POLO, Alejandro Oscar.

Director: MENDEZ, Mariano Javier.

Codirectora: AIMAR, Silvia Beatriz.

Carrera: Ingeniería Agronómica.

Institución: Facultad de Agronomía de la UNLPam.

Año: 2013.

INDICE

Resumen……... 3
Palabras clave…….... 4
Introducción……... 5
Hipótesis……..... 8
Objetivos…… 8
Materiales y Métodos……..... 9
Área de estudio……... 9
Diseño del ensayo……... 12
Determinación de la emisión potencial de PM10 con el Easy dust generator... 14
Análisis de las distintas fracciones de agregados……... 15
Análisis de datos…… 16
Resultados……... 17
Estabilidad Estructural, Fracción Erosionable y Distribución de agregados..... 17
Materia Orgánica…… 20
Emisión de PM10……... 22
Índice de emisión de PM10……..... 26
Conclusión……..... 30
Agradecimientos……..... 31
Bibliografía……..... 32
Anexos……..... 37

RESUMEN

Las partículas finas menores a 10 micrones (PM10) afectan negativamente al medio ambiente y a la salud humana. Las tierras utilizadas para agricultura y ganadería aportan la mayor cantidad de polvo respecto del total de polvo suspendido en la atmósfera. La emisión de PM10 desde el suelo es producto de la erosión eólica, de las labranzas y del tránsito de vehículos por caminos sin pavimentar. En la Región Semiárida Pampeana los sistemas de labranza más difundidos son: labranza convencional (LC), labranza vertical (LV) y siembra directa (SD). Los objetivos de esta tesis fueron: 1) evaluar el efecto de los sistemas de labranza sobre la capacidad de los suelos para emitir partículas finas y 2) contribuir al entendimiento de los mecanismos de generación de PM10. El estudio fue conducido sobre un suelo Haplustol Entico, bajo LC, SD y LV. De cada sistema de labranza se obtuvieron tres muestras de suelos a las cuáles se les determinó la distribución de agregados, la fracción erosionable (FE), la estabilidad estructural en seco (EES), la MO, la textura y la capacidad potencial de emitir PM10. Los resultados muestran que las fracciones >19.2 mm, 6.4-19.2 mm y < 0.42 mm de diámetro son las más importantes en los tres sistema de labranza. Sin embargo la fracción < 0.42 mm fue superior en sistemas de labranza con remoción de suelos respecto de SD. La FE y la erosión eólica potencial fue en SD < LC < LV, mientras que la EES y la estabilidad estructural en seco de cada fracción (EESF) fue en SD > LC > LV. Los valores más altos de MO se encontraron en la fracción de 2-6.4 mm en los tres sistemas de labranza, en tanto que todas las fracciones de agregados analizadas presentaron mayores contenidos de MO en SD que en LC y LV. La emisión de cada fracción de agregados mostró un comportamiento diferente en cada sistema de labranza, sin embargo la fracción < 0.42 mm presentó los niveles más altos de emisión de PM10 en los tres sistemas de labranza. En todas las fracciones de agregados, la emisión de PM10 fue en SD menor que en LC y LV ($p<0.05$),

producto de la mayor estabilidad de cada fracción y la acumulación de MO. La menor proporción de agregados < 0.42 y menor emisión de cada fracción hizo que el índice de emisión de PM10 en SD sea menor que en LV y LC ($p<0.01$). De acuerdo con el Índice de emisión la capacidad de los suelos de emitir PM10 se reduce a menos de la mitad en SD respecto de LC y LV.

PALABRAS CLAVES

Emisión PM10 - Materia Orgánica – Labranza - Estabilidad estructural

INTRODUCCION

La exposición a partículas finas de diámetro geométrico menor a 10 micrones (PM10) provenientes del suelo (polvo atmosférico) puede producir efectos adversos sobre la salud humana (Iwai et al., 2005) y por ende aumentos en la mortalidad y morbilidad (Pope et al., 1995; U.S. EPA, 1995; Pope and Dockery, 1999). Las PM10 se alojan irreversiblemente en el sistema respiratorio y está comprobado que aquellas menores a 2.5 µm (PM2.5) se localizan en las paredes alveolares pudiendo producir alergias, asma y enfisemas pulmonares (Schprentz, 1996). Incluso las partículas ultra finas menores a 1 µm pueden ingresar al sistema circulatorio y provocar problemas cardiacos entre otros (Dockery et. al., 1993 y Pope et. al., 1995). Las partículas finas de polvo presentes en las capas más altas de la atmosfera afectan directa e indirectamente las propiedades físicas y químicas de la misma, como la formación de nubes y el balance de la radiación (Seinfeld and Pandis, 1998), participan de los cambios del clima global (McConnell, 2007) o pueden alterar las cadenas tróficas marinas (Meskhidze et al., 2007). Recientes estudios han demostrado que las fuentes antropogénicas, que incluyen principalmente tierras utilizadas para agricultura y ganadería aportan la mayor cantidad de polvo en suspensión respecto del total de polvo suspendido en la atmósfera (Ginoux et al., 2001). Al respecto estudios en suelos Europeos han reportado que la emisión de PM10 en áreas naturales es entre 6 y 8 veces inferior a aquella de áreas ganaderas y agrícolas (Korcz et al., 2009). Es por ello que en los últimos años se han intensificado los estudios tendientes a evaluar la emisión de partículas finas desde suelos.

La emisión de PM10 desde el suelo es producto de la erosión eólica, de las labranzas y del tránsito de vehículos por caminos sin pavimentar. La erosión eólica es el proceso de remoción,

selección y transporte de las partículas de suelo por efecto del viento y es el mecanismo más importante de degradación de suelos en zonas áridas y semiáridas. Las regiones áridas y semiáridas representan el 33 % de la superficie de tierra del planeta y son consideradas las fuentes más importantes de descarga de polvo a la atmósfera (Xuan and Sokolik, 2002; Duce, 1995). En la Argentina las regiones áridas y semiáridas cubren 1175000 km² representando el 42% de la superficie del país y el 50% de las áreas subhúmedas y áridas de Sudamérica. En estas regiones, la erosión eólica es el principal mecanismo de descarga de PM10 a la atmosfera. Sin embargo en determinados sectores de estas regiones donde se laborean los suelos y la producción es intensiva, las labranzas y el tránsito de vehículos por caminos sin pavimentar pueden contribuir con importantes cantidades de PM10 a la atmósfera. Respecto al tránsito por caminos sin pavimentar, la red vial primaria y secundaria Argentina tiene 170000 km sin pavimentar y la red terciaria correspondientes a caminos vecinales y rurales tiene 400000 km sin pavimentar (Consejo Vial Federal). En La Pampa la red vial primaria tiene una extensión de 9500 km, de los cuales 5800 km no están pavimentados (Consejo Vial Federal). En la Argentina son labradas más de 10 millones de hectáreas y en la provincia de La Pampa, emplazada dentro de la región semiárida Argentina Central, corresponden más de medio millón de hectáreas (FAO y REPAGRO 2005).

Los sistemas de labranza se clasifican de acuerdo al número y al tipo de operaciones de labranzas. En la Región Semiárida Pampeana los sistemas de labranza más difundidos son: labranza convencional (LC), labranza vertical (LV) y siembra directa (SD). La LC consiste en la utilización de herramientas agrícolas como arados, rastras, etc. en donde se produce el corte e inversión parcial o total del pan de tierra, es la más agresiva de las tres ocasionando la

destrucción de los agregados en tamaños más susceptibles a la erosión. La LV es aquella que se realiza con un arado cincel con un efecto de roturación y fragmentación vertical hasta profundidades de unos 35 a 40 cm sin inversión de los horizontes quedando sobre la superficie un alto contenido de los rastrojos resultando ser menos agresiva que la LC. Sin embargo, en la práctica se utiliza una combinación de labranza convencional y labranza vertical. Respecto de la Siembra Directa o Labranza Cero es un sistema de producción agrícola en el cual la semilla es depositada directamente en un suelo no labrado donde se han mantenido los residuos del cultivo anterior en superficie (Agamennoni et al., 2012), siendo ésta la que menos agresividad le produce al suelo. A pesar de que la Argentina posee una importante superficie cultivable poco se conoce respecto de la emisión de PM10 de suelos bajo diferentes sistemas de labranza.

La emisión potencial de PM10 de los suelos medida en laboratorio es usada para evaluar la intensidad de emisión, la composición y el impacto de los aerosoles minerales sobre la salud y el ambiente (Gill et al., 2006). El potencial de emisión de un suelo depende de su composición. De acuerdo con estudios previos la emisión de PM10 aumenta con el contenido de limo y arcilla en el suelo y decrece con el contenido de arena (Environmental Protection Agency of United State, U.S. EPA 1995; Carvacho et al., 2004). Sin embargo otros estudios han encontrado que suelos de textura similar pueden descargar cantidades significativamente diferentes de polvo, señalando que las diferencias podrían deberse a diferencias en el contenido de MO, la distribución de agregados y la estabilidad de los mismos (Gill et al., 1999; Alfaro, 2008). Sin embargo los autores anteriores no pudieron demostrar como la MO, la distribución de agregados y la estabilidad se relaciona con la emisión de PM10. Al respecto Aimar et al. (2012) encontraron que emisiones de PM10 se correlacionaron de forma positiva con el cociente limo/(1 + MO)

($p<0.5$) lo que indica que la materia orgánica tuvo un efecto negativo y el limo un efecto positivo en las emisiones de PM10. Al respecto Alfaro et al. (2008) sugieren que la capacidad de emitir PM10 podría estar relacionada al contenido de MO, distribución de agregados y la estabilidad de los mismos.

Estudios previos han mostrado que los sistemas de labranzas afectan las propiedades físicas y químicas de los suelos que están relacionadas con la capacidad de emitir PM10 (Hevia et al., 2007). En la medida que los sistemas de labranza son menos agresivos estos favorecen la acumulación de materia orgánica (Apeteguia y Sereno, 2002; Quiroga et al., 2012), la agregación del suelo (Barraco et al., 2004), la estabilidad de los agregados (Quiroga et al., 1998) y la capacidad de retención de agua. Es por esto que se espera que:

HIPOTESIS

La emisión potencial de partículas PM10 es mayor en suelos sometidos a sistemas de labranza con remoción de suelos respecto de suelos bajo siembra directa.

OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de los sistemas de labranza sobre la capacidad de los suelos para emitir partículas finas.

- Contribuir al entendimiento de los mecanismos de generación de partículas PM10.

MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio

El estudio se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam) (Fig. 1) la cual se encuentra ubicada sobre la ruta nacional Nº 35 a 10 km al norte de la ciudad de Santa Rosa, Provincia de La Pampa. El sitio de estudio presentó las siguientes condiciones ambientales: el clima es semiárido, con una temperatura media anual de aproximadamente 14 y 16 °C (media de julio = 8 °C y media de enero = 24 °C). Las precipitaciones ocurren principalmente en el período estival, con picos máximos en los meses de octubre y marzo. En la provincia las lluvias decrecen de noreste o sudoeste, encontrándose la zona de estudio entre la isohieta de 600 y 700 mm anuales. El balance hídrico de la región determinado a partir de las precipitaciones y la evapotranspiración demuestra un déficit de agua en el mes de agosto y mayor aun en el período estival (INTA et al., 1980).

La velocidad promedio anual del viento varía entre 10 y 15 $km.h^{-1}$. Por su acción desecante este elemento del clima adquiere características adversas para la producción agropecuaria, ejemplo de ello son la influencia del zonda (de dirección N-NW) que es caliente y seco y del pampero (de dirección S-SW) que es frío y seco. Los vientos de direcciones E y NE son los mas beneficiosos para La Pampa debido a que aportan masas de aire húmedo precediendo generalmente a las precipitaciones. La dirección predominante de los vientos es N-S (INTA et al., 1980).

El estudio se realizó sobre un suelo Haplustol Entico. En las Tablas 1 y 2 se muestran las características morfológicas y las principales características físico-químicas del suelo (Aimar, 2002).

Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio (Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa).

Tabla 1: Características morfológicas del Haplustol Entico.

Pendiente: 0%
Relieve: normal
Escurrimiento: lento
Permeabilidad: moderada a moderadamente rápido
Drenaje Natural: algo excesivamente drenado
Salinidad: no salino
Horizontes:
A1: 0-28 cm de espesor; color (10YR5/2) en seco y (10RY3/3) en húmedo; franco arenoso muy fino; estructurado en bloques subangulares, medios, moderados, no plástico, no adhesivo; límite inferior claro, suave; raíces abundantes.
AC: 28-47 cm de espesor; color (10YR5/2) en seco y (10RY4/4) en húmedo; franco arenoso muy fino; estructurado en bloques subangulares, finos, débiles, no plástico, no adhesivo; límite inferior claro, suave; raíces comunes.
C1: desde 47 cm; color (10YR5/2) en seco y (10YR4/4) en húmedo; franco arenoso muy fino; estructurado en bloques subangulares, finos, débiles, no plástico, no adhesivo; raíces escasas.

Tabla 2: Características físicas y químicas del Haplustol Entico.

Horizontes	A	AC	C
Materia Orgánica (%)	1,6	1	0,8
pH en pasta	5,9	7	7,8
CIC (meq/100g)	9,6	11,4	11,5
Cationes de cambio (meq/100g)			
Ca++	6,35	8,7	21,6
Mg++	1,7	1	1,6
K+	1,4	1,4	1,3
Na+	0,3	0,3	0,5
Equivalente de humedad (%)	11,5	11,8	10,3
Arcilla, 0-2 µm (%)	10,2	9,9	11,9
Limo fino, 2-20 µm (%)	7,4	10,9	12,1
Limo grueso, 20-50 µm (%)	9,7	13,8	12,5
Arena muy fina I, 50-74 µm (%)	11,7	14,1	16,6
Arena muy fina II, 74-104 µm (%)	15	17,6	12,4
Arena fina, 104-246 µm (%)	30,2	27,4	29,8
Ar med y gruesa 246-2000 µm (%)	15,7	6,5	4,8

Diseño del Ensayo.

Para alcanzar los objetivos propuestos se obtuvieron tres muestras de suelos de cada uno de los siguientes módulos: Labranza Convencional (LC), Siembra Directa (SD) y Labranza Vertical (LV). Las muestras de suelos se secaron al aire y luego se les determinó la distribución

de agregados utilizando el tamiz rotativo (Chepil, 1952). Las fracciones de agregados que se obtuvieron con el tamiz rotativo fueron las siguientes: <0.42 mm, 0.42-0.84 mm, 0.84-2 mm, 2-6.4 mm, 6.4-19.2 mm y >19.2 mm de diámetro. Esto permitió obtener la fracción erosionable (proporción de agregados < 0.84 mm de diámetro). A partir de ésta se calculó la fracción erosionable utilizando la siguiente ecuación:

$$EF = \frac{F_{<0.84}}{T} x100$$

Donde, EF, es la fracción erosionable en porcentaje, F<0.84 es el peso de la fracción menor a 0.84 mm en gramos y T, es el peso total de la muestra.

Cada fracción fue pasada nuevamente por el tamiz rotativo a fin de obtener la estabilidad estructural en seco de la siguiente forma:

$$EES = \frac{F1_{>0.84} - F2_{<0.84}}{F1_{>0.84}} x100$$

Donde, EES, estabilidad estructural en seco, F1>0.84 peso en gramos, de las fracciones mayores a 0.84 mm obtenidas con el primer tamizado, F2<0.84 peso en gramos, de las fracciones menores a 0.84 mm obtenidas con el segundo tamizado provenientes sólo de aquellos agregados mayores a 0.84 mm en la primer pasada.

Además, con los datos obtenidos en ambos tamizados, de cada fracción, puede obtenerse la estabilidad estructural de cada fracción en forma individual a partir de la siguiente ecuación:

$$EES_i = \frac{F1_i - F2_i}{F1_i} x100$$

Donde, EESi, estabilidad estructural en seco de la fracción i en porcentaje, F1i peso de las fracciones i en la primer pasada, F2i peso de las fracciones menores a 0.84 mm en la segunda pasada provenientes de F1i.

A cada fracción de agregados se le determinó la capacidad potencial de emitir PM10 con el Easy Dust Generator (EDG) (Méndez et al., 2013, Figura 2).

Determinación de la emisión potencial de PM10 con el easy dust generator.

Las determinaciones de emisión de PM10 se efectuaron con todas las fracciones de agregados, en forma individual utilizando un generador simple de polvo (Méndez et al., 2013). En la primera cámara, que es la generadora de polvo (CG), se introdujo una muestra de agregados, cuyo peso dependió del tamaño de los mismos. Se pesó 1 g para agregados <0.42, 0.42-0.84 mm de diámetro; 2 g para la fracción de 0.84-2 mm y 3 g para las fracciones de 2-6.4 y 6.4-19.2 mm de diámetro. Se encendió el monitor de polvo, la bomba de vacío y el motor eléctrico durante 5 minutos. Las paletas que se encuentran dentro de la CG elevaron la muestra de suelo que al caer liberó las PM10 sueltas y se generaron nuevas PM10 producto de la colisión entre los granos de suelo y de éstos contra las paredes del generador. El aire cargado de partículas PM10 entró al tubo plástico, que se encuentra en el interior de la CG, siguió por el tubo de vidrio hasta la segunda cámara, que es la de concentración de polvo (CC) donde el monitor de polvo tomó una muestra de aire a través del tubo plástico que atravesó la cámara transversalmente. El monitor de polvo registró cada 6 segundos la concentración de PM10 en miligramos por metro cúbico de aire y además recolectó en un filtro colocado a tal fin, las partículas PM10. El aire

remanente, que quedó en la CC fue expulsado al exterior por la bomba de vacío que dirige la circulación de aire en el sistema. Se efectuaron 4 mediciones de cada una de las muestras.

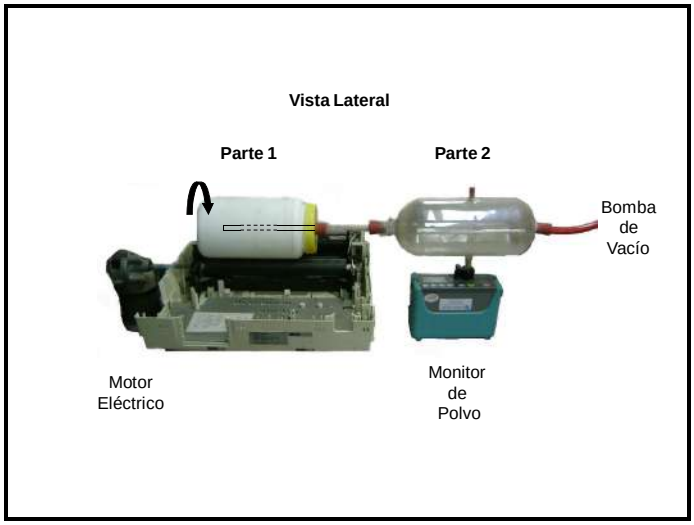


Figura 2: Generador simple de polvo.

Análisis de las distintas fracciones de agregados.

A las distintas fracciones de agregados se les determinó:

- Textura, mediante análisis con un contador de partículas, luego de eliminado los cementantes y de dispersada la muestra.
- Materia orgánica, mediante el método de Walkley & Black (1934).

Análisis de Datos.

Los datos obtenidos en el ensayo experimental fueron analizados estadísticamente mediante regresiones simples y análisis de diferencia de medias mediante el programa Infostat (Universidad Nacional de Córdoba, Edición libre para estudiantes). Las relaciones entre las variables se analizaron por medio de regresiones simples y múltiples.

RESULTADOS

Estabilidad Estructural, Fracción Erosionable y Distribución de agregados.

La Tabla 3 muestra la distribución de agregados en seco del suelo en labranza convencional (LC), labranza vertical (LV) y siembra directa (SD). Los resultados muestran que los agregados >19.2 mm, 6.4-19.2 mm y los agregados <0.42 mm son los que estuvieron presentes en mayor proporción en los tres sistemas de labranza. Sin embargo la fracción de agregados < 0.42 mm fue en LV > LC > SD aunque diferencias estadísticas se encontraron únicamente entre LV y SD ($p<0.05$). La fracción de agregados >19.2 mm fue en SD > LC > LV aunque no se detectaron diferencias estadísticamente significativas. El resto de las fracciones de agregados estuvieron presentes en proporciones similares en los diferentes sistemas de labranza. Las fracciones con diferentes proporciones en cada sistema de labranza no presentaron diferencias estadísticas debido a la alta variabilidad que tiene la variable "distribución de agregados". Estudios previos han mostrado la alta variabilidad espacial y temporal en la distribución de agregados como consecuencia de que ésta es afectada por las labranzas y la humedad al momento de realizar las mismas, entre otros factores (Hevia et al., 2007). Estos mismos autores también han mostrado que la fracción erosionable y la estabilidad de agregados presentan una alta variabilidad espacio temporal. Es por esto que en algunos casos la fracción erosionable y la estabilidad de agregados no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos aunque los valores fueron diferentes. La fracción erosionable (FE, agregados menores a 0.84 mm) fue en SD < LC < LV aunque diferencias estadísticas solo fueron encontradas entre SD y LV ($p<0.05$) (Tabla 3). De la distribución de agregados en seco se desprende que las diferencias entre sistemas de labranzas en la FE se debieron a las diferencias en la proporción de agregados

menores a 0.42 mm, dado que la proporción de agregados de 0.42-0.84 mm fueron similares en todos los sistemas de labranza analizados (Tabla 3).

La estabilidad estructural en seco del suelo (EES) y la estabilidad estructural en seco de cada fracción (EESF) fue en SD > LC > LV (Tabla 4). De la misma manera que para las variables anteriores, para la EES solo se detectaron diferencias estadísticas entre SD y LV ($p<0.05$). Con respecto a la EESF se detectaron diferencias estadísticas en los tres sistemas de labranza para la fracción de 0.42-0.84 y entre SD y LV en el resto de las fracciones a excepción de la fracción mayor a 19.2 mm donde no hubo diferencias entre los tratamientos. Los resultados encontrados también muestran que EESF disminuyó en la medida que el tamaño de los agregados fue menor. Al respecto, Hevia et al., (2007) trabajando en años previos sobre los mismos suelos encontraron resultados similares a los de este estudio para la distribución de agregados y la fracción erosionable, a excepción de la FE de LC la cual fue superior a la encontrada en el presente estudio. Respecto de la EES y la EESF los valores reportados por Hevia et al., (2007) en LC y LV fueron inferiores a los encontrados en el presente estudio. Tanto las diferencias en los valores de FE, EES y EESF pueden haber estado relacionadas con alguna condición especial al momento de llevar a cabo la labranza en aquellos sistemas. Como ha sido demostrado, la FE y la estabilidad estructural es afectada por la humedad del suelo al momento de la labranza.

Con la utilización de la Tabla 12 que se presenta en el anexo y a partir del porcentaje de agregados no erosionables (mayores a 0.84 mm de diámetro) se obtuvo la erosión potencial del suelo a partir de la ecuación de erosión eólica (WEQ). El menor valor corresponde a LV, y le siguen LC y SD, con valores de fracciones no erosionables de 64, 75 y 83 % respectivamente. Dichos valores arrojan una erosión potencial de 38.1 Mg.ha-1.año para LV y 13.4 Mg.ha-1.año

para LC. Ambos valores superan el límite permisible de erosión anual, estipulado en 8 Mg.ha-1.año. En tanto para SD el alto porcentaje de agregados no erosionables no provocará pérdida de suelos, ya que a partir de 80 % se obtendrían pérdidas potenciales de 4.5 Mg.ha-1.año.

Tabla 3: Distribución de agregados en seco cada sistema de labranza

	Labranza		
Fracciones (mm)	LC	LV	SD
> 19,2	37 ns	24 ns	42 ns
6,4 - 19,2	23 ns	24 ns	24 ns
2,00 - 6,4	11 ns	11 ns	12 ns
0,84 - 2, 00	4 ns	5 ns	4 ns
0,42- 0,84	3 ns	4 ns	3 ns
< 0,42	22 a	32 b	14 a
FE (<0.84 mm)	25 ab	36 b	17 a
Total	100	100	100

Donde FE, es la fracción erosionable, fracción de agregados menores a 0.84 mm.

Tabla 4: Estabilidad estructural en seco del suelo (EES) y estabilidad estructural en seco de cada fracción de agregados (EESF) en los tres sistemas de labranza.

SISTEMA	LC	LV	SD
Estabilidad Estructural en Seco del suelo (%)	81 ab	74 a	91 b
Fracciones (mm)	Estabilidad Estructural en Seco del suelo para cada Fracción (%)		
> 19,2	81,0 a	75,0 a	92,2 a
6,4 - 19,2	82,5 ab	73,1 a	90,5 b
2 -6,4	77,6 a	70,4 a	87,8 b
0,84 – 2	73,2 b	67,0 a	84,9 c

Materia Orgánica.

La Tabla 5 muestra el contenido de MO de cada una de las fracciones de agregados analizadas en cada sistema de labranza. En los tres sistemas de labranza analizados el contenido de MO más alto se encontró en la fracción de 2-6.4 mm. Para todas las fracciones analizadas el contenido de MO fue en el sistema de SD mayor que en los sistemas de LV y LC ($p<0.001$), siendo en estos dos últimos sistemas de labranza el contenido de MO similar en todas las fracciones estudiadas. Estos resultados resultaron estadísticamente más lógicos y concuerdan con lo esperado debido a que la MO es un parámetro de suelo más estable en el tiempo y espacio, respecto de los parámetros de suelo anteriormente analizados (la distribución de agregados y la

estabilidad de la estructura). El contenido de MO fue menor en LC y LV como consecuencia de que la misma se oxida producto de la exposición a los microorganismos por acción de la remoción del suelo. En tanto que en SD, donde no se laborea el suelo, la MO permanece protegida por la estructura del suelo a la acción de los microorganismos y el ambiente. Estudios previos han encontrado que la MO favorece la agregación de los suelos, reduciendo la susceptibilidad de los mismo a la erosión eólica y a la emisión de PM10 (Méndez y Buschiazzo, 2008 y Aimar et al., 2012).

Tabla 5: Contenido de MO en cada fracción de los sistemas de labranza.

	Materia Orgánica (%)		
	Labranza		
Fracciones (mm)	LC	LV	SD
> 19,2	3,0 a	2,9 a	5,1 b
6,4 - 19,2	3,1 a	2,9 a	5,1 b
2 - 6,4	3,5 a	3,3 a	6,3 b
0,84 – 2	3,1 a	3,1 a	5,4 b
0,42 - 0,84	3,1 a	3,0 a	4,2 b
< 0,42	3,2 a	2,9 a	6,0 b

Letras diferencias indican diferencias estadísticas ($p<0.05$)

Emisión de PM10

La Figura 3 muestra la emisión de PM10 medida con el generador simple de polvo para las distintas fracciones de agregados obtenidas en los tres sistemas de labranza. Los resultados muestran que en SD la emisión aumentó a medida que el tamaño de la fracción analizada disminuyó, en tanto que en LV la emisión fue relativamente constante para las fracciones mayores a 0.84 mm y en LC la emisión fue constante para las fracciones entre 0.84 mm y 6.4 mm. En los tres sistemas de labranza la fracción menor a 0.42 mm fue la que presentó los mayores valores de emisión de PM10. Estos resultados son diferentes a los reportados por Amante-Orozco (2000), quien trabajando con suelos de diferente textura encontró las mayores emisiones en las fracciones intermedias (entre 0.84 y 6.4 mm) mientras que la emisión de la fracción menor, en ese caso, fue la más baja. Estos resultados fueron inesperados debido a que el generador utilizado por Amante-Orozco (2000) y el utilizado en este estudio, ambos son de clase "C" (generador de dispersión mecánica por gravitación) con similar principio de funcionamiento (Gill et al., 2006 y Mendez et al., 2013). Sin embargo las diferencias en los resultados pueden estar relacionadas a la fuerza que cada generador aplica sobre las fracciones de agregados para descargar las partículas. Debido a las diferencias encontradas es que se deben llevar a cabo estudios adicionales a fin de lograr un mejor entendimiento de la capacidad de emisión de las diferentes fracciones de agregados.

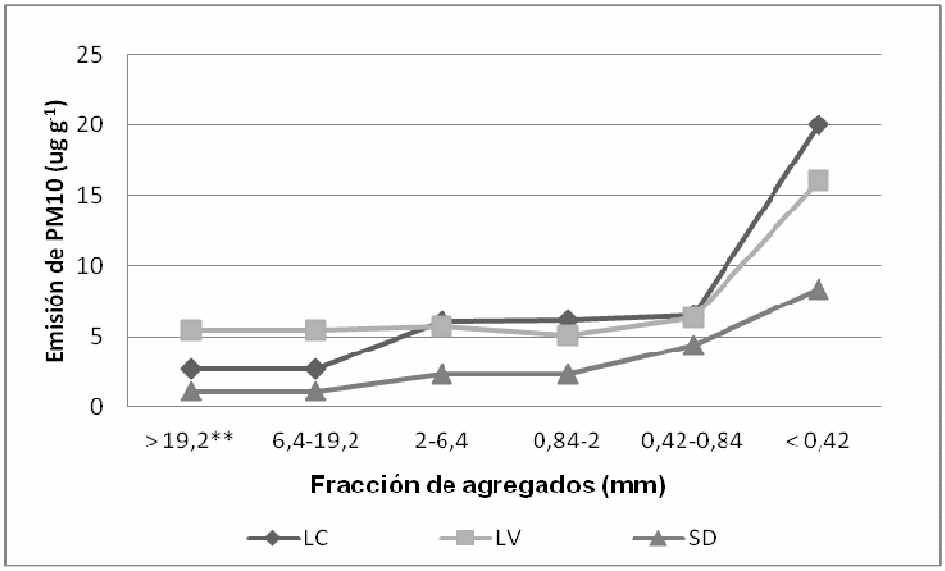


Figura 3: Emisión de PM 10 para fracción y sistema de labranza

Los resultados de emisión de cada fracción, encontrados en nuestro estudio, son explicados en base a la superficie de contacto, estabilidad estructural y a la composición de partículas que tiene cada fracción de agregados (Tabla 6). El análisis textural efectuado con un contador de partículas, en cada fracción de agregados, muestra que la mayor proporción de PM10 se encuentra en las fracciones de agregados de mayor tamaño (Tabla 6). De acuerdo con esto la emisión debería ser mayor en las fracciones más grandes, sin embargo los resultados muestran una tendencia inversa. Esto puede estar relacionado a la superficie de contacto de las fracciones de agregados y a la estabilidad estructural de cada fracción. Las fracciones más pequeñas con mayor superficie de contacto tienen mayor posibilidad de descargar las partículas PM10 que contienen y generar nuevas a partir del quiebre de partículas de mayor tamaño que las fracciones más grandes, con menor superficie de contacto. En las fracciones de mayor tamaño hay mayor proporción de PM10 pero éstas se encuentran protegidas en el interior del agregado sin poder ser

liberadas. Por otra parte las fracciones menos estables son más susceptibles a quebrarse en agregados de menor tamaño y descargar PM10. La fracción <0.42 mm es la fracción de mayor superficie de contacto y menor estabilidad estructural, razón por la cual presenta los valores mas altos de emisión de PM10. En tanto que las fracciones entre 0.42-0.84 mm y 0.84-2 mm tienen menor superficie de contacto y mayor estabilidad que la fracción <0,42 mm, razón por la cual la emisión de PM10 fue notablemente inferior a la de la fracción <0.42 mm. Las fracciones de mayor tamaño (6.4-19.2 mm y < 19.2 mm) en un principio tienen una reducida superficie de contacto comparado con las fracciones más pequeñas, lo cual explica la menor emisión de PM10 de estas fracciones. Estos resultados constituyen una primera aproximación al entendimiento de las propiedades que afectan la emisión de PM10 en cada fracción de agregados, siendo necesarios más estudios a los efectos de ratificar los resultados encontrados en el presente estudio.

Tabla 6: Composición de cada fracción de agregados.

		PM10	Suspensión	Saltación	Rodadura
Labranza	Fracciones (mm)	< 10 µm	< 62,5 µm	62,5-250 µm	> 250 µm
LC	> 19,2	7,1	45,5	48,6	4,9
	6,4-19,2	6,0	34,3	55,6	10,1
	2-6,4	5,5	34,3	58,8	6,7

LC	0,84-2	4,9	31,0	48,7	20,3
	0,42-0,84	5,8	32,9	45,8	21,3
	< 0,42	5,8	33,1	61,8	5,1
	> 19,2	7,5	39,9	52,9	7,1
	6,4-19,2	7,9	37,9	53,4	6,7
	2-6,4	6,3	37,5	51,1	11,3
LV	0,84-2	8,1	39,5	49,1	11,4
	0,42-0,84	6,9	35,2	37,9	27,0
	< 0,42	7,0	37,4	57,5	5,2
	> 19,2	3,1	27,2	62,1	10,7
	6,4-19,2	3,6	28,9	62,7	8,4
SD	2-6,4	3,0	28,4	61,4	10,0
	0,84-2	3,4	27,2	57,9	14,9
	0,42-0,84	3,0	25,1	53,9	21,0
	< 0,42	3,5	28,2	65,1	6,7

Comparando la emisión de cada fracción entre sistemas de labranza se desprende que la emisión de PM10 en SD fue menor que en los sistemas de labranza con remoción de suelo ($p<0.05$), en todas las fracciones (Figura 3). Estos resultados en parte estuvieron relacionados con la acumulación de MO y la mayor estabilidad estructural de las distintas fracciones en SD (Tabla 5 y 6). Estudios previos han mostrado que la MO favorece la agregación de las partículas del suelo reduciendo la emisión de PM10 (Aimar et al., 2012). Sin embargo no existen estudios previos que hayan mostrado evidencia del efecto de la estabilidad estructural sobre la emisión de PM10, siendo los resultados de este estudio la primera evidencia.

Índice de Emisión de PM10

En el Tabla 7 se observa que el índice de emisión de PM10 fue similar en LV y LC mientras que en SD fue menor ($p<0.01$). Esta diferencia es explicada por la mayor proporción de las fracciones de menor tamaño (<0.42 mm y 0.42-0.84 mm) presentes en los sistemas de labranza con remoción de suelo. De acuerdo a los resultados de emisión de cada fracción, analizados en párrafos anteriores, la máxima emisión se encontró en la fracción <0.42 mm. Además la distribución de agregados muestra que la proporción de agregados >19.2 mm es mayor en SD que el LV y LC, siendo esta fracción la que menor emisión presentó (Tabla 7). La no remoción de suelo en SD favorece la acumulación de agregados de mayor tamaño como consecuencia de su efecto sobre la estructuración y estabilidad estructural del suelo (Ramírez Pisco et al., 2006). Al respecto Hernández et al. (2000) demostraron que un suelo virgen después de 8 años de LC redujo su estabilidad estructural en un 70% y el mismo suelo después de 5 años

bajo SD recuperó un 30% de la misma. Gudej et al. (2000) encontraron que todos los sistemas de labranza afectaron negativamente la estabilidad estructural en relación al suelo virgen, evidenciándose un mayor deterioro con laboreos más intensivos. Además SD favorece la acumulación de MO en las fracciones de agregados, producto de la menor exposición a los microorganismos y al ambiente, como consecuencia del no laboreo (Cambardella y Elliot, 1994 y Beare et al., 1994, Six et al., 1998). Estudios previos demostraron que la reducción de la intensidad de la labranza puede disminuir o prevenir la pérdida de MO, en cambio los sistemas de LV y LC causan una disminución de la misma (Dalal y Mayer 1986; Doran, 1987) debido a una aceleración de la descomposición de rastrojos incorporados dentro del suelo (Balesdent et al., 1990). Como se discutió anteriormente la MO favorece la agregación reduciendo la erosión eólica y reduciendo la emisión de PM10 (Méndez et al., 2008 y Aimar et al., 2012). La estabilidad de agregados y los contenidos de MO mejoran en los espesores superficiales y subsuperficiales en suelos bajo SD (Gutiérrez et al., 2002). Es por esto que la MO explica en parte porque SD presentó mayores proporciones de agregados de mayor tamaño, agregados con mayor contenido de MO y menor emisión de PM10 para una misma fracción comparado con LV y LC (Tabla 3, 5 y 7). Si bien la emisión potencial de PM10 por gramo de suelo fue tres veces inferior en SD que LC y LV, no se ha evaluado la concentración de contaminantes (metales pesados y residuos de agroquímicos) presentes en esta fracción en los distintos sistemas de labranzas. Resultados preliminares indican que el material colectado producto de la erosión eólica de potreros bajo labranza convencional en la Región Semiárida Pampeana central posee niveles altos de residuos de agroquímicos (Virginia Aparicio, comunicación personal). Sin embargo, muestras de suelos bajo SD no han sido evaluadas, lo cual plantea el interrogante acerca del potencial contaminante de las PM10 en SD. Si bien, bajo condiciones de SD, el riesgo de erosión

eólica y emisión de PM10 es bajo, el interrogante estaría en lo que sucedería si estos suelos se comienzan a trabajar con sistemas de labranza con remoción de suelos. En este caso estos suelos tendrían un alto potencial de erosión que provocaría emisión de contaminantes. La fracción menor a 0.42 mm aportó entre el 50% y el 70% del total de las PM10 emitidas por el suelo dependiendo del sistema de labranza (Tabla 6). Esto muestra que la capacidad de emisión de un suelo depende en gran medida de la proporción de agregados menores a 0.42 mm y de la capacidad de emisión de esta fracción.

Tabla 7: Aporte de cada fracción a la emisión e índice de emisión en cada sistema de labranza analizado.

Labranza	Fracciones (mm)	%	Emisión ug/g suelo	Aporte de cada fracción a la emisión total	Índice emisión
	> 19,2	37	2,7	1,0	
	6,4 - 19,2	23	2,7	0,6	
LC	2,00 - 6,4	11	6,1	0,7	7,1
	0,84 - 2,0	4	6,2	0,2	
	0,42- 0,84	3	6,5	0,2	
	< 0,42	22	20	4,3	

	> 19,2	24	5,5	1,3	
	6,4 – 19,2	24	5,5	1,3	
LV	2,00 - 6,4	11	5,7	0,6	
	0,84 - 2,0	5	5,1	0,2	8,1
	0,42- 0,84	4	6,3	0,3	
	< 0,42	32	16,1	5,2	
	> 19,2	42	1,1	0,5	
	6,4 - 19,2	24	1,1	0,3	
SD	2,00 - 6,4	12	2,4	0,3	2,5
	0,84 - 2,0	4	2,4	0,1	
	0,42- 0,84	3	4,4	0,1	
	< 0,42	14	8,4	1,2	

CONCLUSION

La capacidad de los suelos agrícolas de emitir PM10 se reduce a menos de la mitad en SD respecto de LC y LV, producto de la menor proporción de agregados menores a 0.42 mm, la mayor estabilidad de los agregados y la acumulación de MO en las distintas fracciones de agregados. La capacidad de emitir PM10 de un suelo depende en gran medida de la proporción de agregados menores a 0.42 mm presente en el suelo y de la capacidad de emisión de esta fracción. Si bien los resultados muestran que SD reduce la emisión de PM10, se necesitan estudios adicionales para determinar el potencial contaminante que tienen las PM10 de cada sistema de labranza.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de La Pampa, por darnos la oportunidad de alcanzar esta meta, gracias a los profesores e investigadores, quienes durante estos años se esmeraron en dar lo mejor para nuestra formación profesional.

Al Dr. Mariano Mendez y a la MSc. Silvia Aimar, nuestro director y codirectora, gracias por darnos la posibilidad de experimentar, aprender y avanzar; dedicándonos su tiempo, espacio y confianza.

A nuestras familias, principalmente a nuestros padres y hermanos por habernos brindado siempre su cariño y por su permanente apoyo en cada etapa de nuestra vida.

A Cecilia y Florencia por su paciencia, comprensión e incondicionalidad.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron y brindaron su apoyo para la realización de esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

-Agamennoni, R.; Vanzolini, J. I.; Reinoso, O.; Logiudice, A. 2012. Labranzas en el sur de Buenos Aires I. Efecto en la cobertura del suelo. XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. En CD.

- Aimar, S. 2002. Estimaciones cualitativas y cuantitativas de pérdidas por erosión eólica en suelos de la Región Semiárida Pampeana Central. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 143 pp.

- Aimar, S.B.; M.J. Mendez; R. Funk; D.E. Buschiazzo, 2012. Soil properties related to potential particulate matter emissions (PM10) of sandy soils. Aeolian Research 3: 437–443.

- Alfaro, S. C. 2008. Influence of soil texture on the binding energies of fine mineral dust particles potentially released by wind erosion. Geomorphology 93. pp. 157–167.

- Amante-Orozco, A. 2000. Fine particulate matter generation under controlled laboratory and wind tunnel conditions. A Dissertation in Agronomy. Submitted to the Graduate Faculty of Texas Tech University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, December. pp. 198.

- Apeteguia, H. y Sereno, R. 2002. Influencia de los sistemas de labranza sobre la cantidad y calidad del carbono orgánico del suelo. Agricultura Técnica (Chile), Vol. 62, No. 3, Julio-Septiembre. pp. 418-426.

- Balesdent, J.; Mariotti, A.; Boisgontier, D. 1990. Effect of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from 13C abundance in maize fields. J. Soil Sci. 41: 584-596.

- Barraco, M.; Alvarez, C. y Díaz-Zorita, M. 2004. Ensayo de labranzas de larga duración en un Hapludol del Noroeste bonaerense: efectos en el suelo y los rendimientos de maíz y soja. Publicación N° 40. INTA General Villegas. pp. 17.

- Beare, M.; Cameron, K.; Williams, P. y Doscher C. 1994. Proceedings of the fiftieth New Zealand Plant Prot. Conf. pp 520-528.

- Cambardella, C. y Elliott, E. 1994. Carbon and Nitrogen dynamics of soil organic matter fractions front cultivater grassland soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 123-130.

- Carvacho, O.F., Ashbaugh, L.L., Brown, M.S., Flocchini, R.G., 2004. Measurement of PM2.5 emission potential from soil using the UC Davis resuspension test chamber. Geomorphology. 59: 75–80.

-Chepil, W.S., 1952. Improved rotary sieve for measuring state and stability of dry soil structure. Soil Science Am. Proc. 16: 113-117.

- Consejo Vial Federal: http://www.cvf.gov.ar/red-vial/

- Dalal, R.C.; Mayer, R.J. 1986. Long-term trend in fertility on soil under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. I. Overall changes in soil properties and trends in winter cereal yields. Aus. J. Soil Res. 24: 265-279.

- Dockery, D.W.; PopeIII, C.A.; Xu, X. 1993. An association between air pollution and mortality in six US cities. N. Engl. J. Med. 329: 1753–1759.

- Doran, J.W. 1987. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distributions in no-tillage and plowed soils. Biol. Fertil. Soil. 5: 68-75.

- Duce, R.A. 1995. Sources, distributions, and fluxes of mineral aerosols and their relationship to climate. In: Charlson, R.J., Heintzenberg, J. (Eds.), Aerosol Forcing of Climate. Wiley, New York. pp. 43–72.

- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/R/*/E

- Gill, S.; Pop, M.; DeBoy, R.; Eckburg, P.; Turnbaugh, P.; Samuel, B.; Gordon, J.; Relman, D.; Fraser-Liggett, C. y Nelson, K. 2006. Metagenomic Analysis of the Human Distal Gut Microbiome. Science. 312: 1355.

- Gill, T.E.; Zobeck, T.M.; Stout, J.E.; Gregory, J.M. 1999. Laboratory generation and measurement of fugitive dust. In: Proceedings of the Wind Erosion internacional Symposium Workshop, June 3–5, 1997, Manhattan, KS, USDA Technical Publication Series. pp. 9.

- Gimoux, P.; Chin, I.; Tegen, I; Próspero, J.; Holben, B.; Dubovik, O. y Lin, S. J. 2001. Global simulation of dust in the troposphere: model description and assessment. J. Geophys. Res.

- Gudelf, O.; Maseiro, B. 2000. Efecto del manejo del suelo sobre su estabilidad estructural. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. CD.

- Gutierrez, A.; Noemí, C.; Venialgo Crispín, A.; Perez Palacio, M.; Drganc, D.M.; Oleszczuk, J. D.; Asselborn, A. 2002. Propiedades edáficas de la serie Capdevila con diferentes sistemas de uso. Comunicaciones Científicas y Técnicas .UNNE. CD.

- Hernández, R. M.; Florentino, A. y López Hernández, D. 2000. Efectos de la siembra directa y la labranza convencional en la estabilidad estructural y otras propiedades físicas de Ultisols en el Estado Guarico- Venezuela. Agronomía Tropical 50(1):9-29.

- Hevia, G.G.; Méndez, M.J.; Buschiazzo, D.E. 2007. Tillage affects soil aggregation parameters linked with wind erosion. Geoderma. 140: 90–96.

- INTA, Gobierno de La Pampa y Universidad Nacional de La Pampa. 1980. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. pp. 493.

- Iwai, K.; Shoichi, M.; Yoji, M. y Toru, M. 2005. Correlation between suspended particles in the environmental air and causes of disease among inhabitants: Cross-sectional studies using the vital statistics and air pollution data in Japan. Environmental Research. 99 (1): 1-142.

- Korcz, M.; Fudala, J.; Klis. 2009. Estimation of wind blown dust in Europe and its vicinity. Atmospheric Environment. 43: 1410-1420.

- McConell, J. R. 2007. Ice core methods: microparticle and trace element studies. Encyclopedia of Quaternary Science. pp. 1207-1212.

- Mendez, M.J. y D.E. Buschiazzo, 2008. Derivation of plant growth coefficients for the use in wind erosion models in Argentina. Soil Science. 173(7):468-479.

- Mendez, M.; Panebianco, J. E y Buschiazzo, D. 2013. A new dust generador for laboratory dust emission studies. Aeolian Research. 8: 59-64.

- Meskhidze, N.; Nenes, A.; Chameides, W. L.; Luo, C. and N. Mahowald. 2007. Atlantic Southern Ocean productivity: Fertilization from above or below? Global Biogeochem. Cycles.

- Pope, C ; Thun, M. J.; Namboodiri. 1995. "Particulate Air Pollution as a Predictor of Mortality in a Prospective Study of U. S. Adults". Am. J. Resp. Crit. Care Med. 151: 669-674.

- Pope, C y Dockery, D.W. 1999. Epidemiology of Particle Effects. Air Pollution and Health. pp. 673–705.

- Quiroga, A.; Ormeño, O. y Peinemann, N. 1998. Efecto de la siembra directa sobre propiedades físicas de los suelos. Siembra Directa. Ed. INTA Ed. Panigatti, Marelli, Buschiazzo y Gil. pp. 57-63.

- Quiroga, A.; Bono, A. y Frasier, I. 2012. Materia orgánica del suelo. Manual de Fertilidad y evaluación de suelos. Ed. INTA Quiroga y Bono. pp. 26-38.

- Ramirez Pisco, R.; Taboada, M. A. y Gil, R. 2006. Efectos a largo plazo de la labranza convencional y la siembra directa sobre las propiedades físicas de un Argiudol típico de la pampa ondulada Argentina. Rev. Fac. Nac. Agr. Medellin. 59 (1): 3237-3256.

- REPAGRO 2005. Registro de Producción Agropecuaria de La Pampa. Editor: Dirección General de Estadística y Censos. Casa de Gobierno, Primer Piso, Santa Rosa, La Pampa.

- Schprentz, D. S. 1996. Breath-talking premature mortality due to particulate air pollution in American Cities.

- Seinfeld, J. H. and Pandis, S. N. 1998. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, 1st edition, J. Wiley, New York.

- Six, J.; Elliott, E.T.; Paustian, K.; Doran, J.W. 1998 Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 62: 1367-1377.

U.S. EPA, 1995. AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Washington, DC, Vol. I. 5th ed.

-Walkley, A.; Black, I.A., 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29–38.

Xuan, J. and Sokolik, I.N. 2002. Characterization of sources and emission rates of mineral dust in Northern China. Atmospheric Environment. 36 (31): 4863-4876.

ANEXOS

Lista de Tablas

1: Análisis del tamiz rotativo: A) muestra 1 del sistema de labranza convencional.

B) muestra 2 del sistema de labranza convencional.

C) muestra 3 del sistema de labranza convencional.

2: Análisis del tamiz rotativo: A) muestra 1 del sistema de labranza vertical.

B) muestra 2 del sistema de labranza vertical.

C) muestra 3 del sistema de labranza vertical.

3: Análisis del tamiz rotativo: A) muestra 1 de sistema siembra directa.

B) muestra 2 de sistema siembra directa.

C) muestra 3 de sistema siembra directa.

4: Total y promedio de la fracción erosionable de las tres muestras de cada uno de los tres sistemas de labranza.

5: Estabilidad estructural total y promedio para cada muestra de los tres sistemas de labranzas.

6: Estabilidad estructural individual y promedio para cada muestra de los tres sistemas de labranza.

7: Análisis de la materia orgánica y del carbono para cada fracción de agregados de las tres muestras de cada sistema de labranza.

8: Total de materia orgánica de los diferentes tamaños de agregados y promedio de las tres muestras para cada tamaño de agregados de los tres sistemas de labranza.

9: Total de carbono de los diferentes tamaños de agregados y promedio de las tres muestras para cada tamaño de agregados de los tres sistemas de labranza.

10: Análisis de la distribución del tamaño de partículas dentro de cada fracción de agregados de cada una de las muestras del sistema A) Labranza Convencional.

B) Labranza Vertical.

C) Siembra Directa.

11: Emisión de PM10 indefinido de la fracción de agregados de cada una de las muestras de los tres sistemas de labranza: A) < 0.42 mm.

B) 0.42 a 0.84 mm.

C) 0.84 a 2 mm.

D) 2 a 6.4 mm.

E) 6.4 a 19.2 mm.

12: Datos utilizados para obtener la erosión potencial del suelo a partir de la ecuación de erosión eólica (WEQ).

13: Gráficos de distribución de tamaño de partículas de las diferentes fracciones.

Tabla 1

A)

LABRANZA CONVENCIONAL MUESTRA 1								
Agregados	1er pasada	> 19,2	6,4 - 19,2	2,00 - 6,4	0,84 - 2, 00	0,42- 0,84	< 0,42	EEI %
> 19,2	2006,12	1260,65	320,54	65,92	20,38	25,02	242,13	86,34
6,4 - 19,2	1075,06	13,94	780,14	87,73	13,86	11,39	112,04	87,96
2,00 - 6,4	476,03	6,63	20,88	280,13	35,67	13,39	68,47	80,79
0,84 - 2, 00	159,93		1,96	11,11	72,74	10,12	18,02	74,40
0,42- 0,84	132,24							
< 0,42	849,89							
Total	4699,27							
FE %	20,90							
EET %	85,77							

B)

LABRANZA CONVENCIONAL MUESTRA 2								
Agregados	1er pasada	> 19,2	6,4 - 19,2	2,00 - 6,4	0,84 - 2, 00	0,42- 0,84	< 0,42	EEI %
> 19,2	1406,23	451,19	311,68	111,43	43,29	47,67	387,1	67,94
6,4 - 19,2	1285,52	9,21	680,19	165,34	38,06	34,67	304,26	72,57
2,00 - 6,4	742,03		26,29	395,56	65,15	29,59	168,58	71,36
0,84 - 2, 00	296,82		3,16	16,81	159,42	24,81	42,59	72,69
0,42- 0,84	275,96							
< 0,42	1652,36							
Total	5658,92							
FE %	34,08							
EET %	70,56							

C)

LABRANZA CONVENCIONAL MUESTRA 3								
Agregados	1er pasada	> 19,2	6,4 - 19,2	2,00 - 6,4	0,84 - 2, 00	0,42- 0,84	< 0,42	EEI %
> 19,2	1698,58	1162,96	234,67	43,98	15,32	17,71	170,55	88,58
6,4 - 19,2	990,67	21,89	718,01	65,17	11,65	10,32	111,15	87,09
2,00 - 6,4	370,51	0,44	15	217,6	24,95	9,29	52,79	80,63
0,84 - 2, 00	124,85		1,07	6,9	45,69	7,55	13,09	72,42
0,42- 0,84	102,71							
< 0,42	696,86							
Total	3984,18							
FE %	20,07							
EET %	86,85							

Tabla 2

A)

LABRANZA VERTICAL MUESTRA 1								
Agregados	1er pasada	> 19,2	6,4 - 19,2	2,00 - 6,4	0,84 - 2, 00	0,42- 0,84	< 0,42	EEI %
> 19,2	1659,9	1026,61	264,49	47,56	13,82	17,92	227,46	84,76
6,4 - 19,2	1288,8	11,21	754,56	129,82	23,38	23,19	293,34	74,45
2,00 - 6,4	518,4	0,21	12,66	274,61	35,99	14,82	128,23	69,46
0,84 - 2, 00	182,63	0,32	1,3	8,67	77,07	14,47	32,01	64,96
0,42- 0,84	163,16							
< 0,42	1558,87							
Total	5371,76							
FE %	32,06							
EET %	78,22							

B)

LABRANZA VERTICAL MUESTRA 2								
Agregados	1er pasada	> 19,2	6,4 - 19,2	2,00 - 6,4	0,84 - 2, 00	0,42- 0,84	< 0,42	EEI %
> 19,2	1151,67	491,25	276,98	76,2	25,27	29,1	256,47	74,08
6,4 - 19,2	979,5	0,42	526,77	97,2	20,42	19,06	195,71	76,89
2,00 - 6,4	441,87	0,89	11,11	238,97	33,44	14,9	90,99	72,98
0,84 - 2, 00	184,42	0,28	2,05	9,76	81,05	15,71	26,58	68,54
0,42- 0,84	174,24							
< 0,42	1179,58							
Total	4111,28							
FE %	32,93							
EET %	74,64							

C)

LABRANZA VERTICAL MUESTRA 3								
Agregados	1er pasada	> 19,2	6,4 - 19,2	2,00 - 6,4	0,84 - 2, 00	0,42- 0,84	< 0,42	EEI %
> 19,2	531,76	139,13	137,9	32,16	10,72	13,71	148,81	66,27
6,4 - 19,2	1084,63	5,62	506,38	153,88	30,12	30,21	302,74	67,82
2,00 - 6,4	625,72	0,23	15,34	326,91	51,57	23,2	156,39	68,81
0,84 - 2, 00	269,13	0,23	1,89	11,13	133,97	24,41	46,94	67,44
0,42- 0,84	244,85							
< 0,42	1783,15							
Total	4539,24							
FE %	44,68							
EET %	67,71							

Tabla 3

A)

SIEMBRA DIRECTA MUESTRA 1								
Agregados	1er pasada	> 19,2	6,4 - 19,2	2,00 - 6,4	0,84 - 2, 00	0,42- 0,84	< 0,42	EEI %
> 19,2	2728,35	2205,5	231,63	51,52	17,76	19,01	151,17	93,65
6,4 - 19,2	1269,72	11,04	954,65	110,22	18,75	12,97	110,52	89,88
2,00 - 6,4	698,05		67,07	441,3	47,04	15,76	74,42	86,08
0,84 - 2, 00	257,84		4,81	16,52	154,74	14,32	20,39	83,30
0,42- 0,84	184,55							
< 0,42	960,93							
Total	6099,44							
FE %	18,78							
EET %	91,20							

B)

SIEMBRA DIRECTA MUESTRA 2								
Agregados	1er pasada	> 19,2	6,4 - 19,2	2,00 - 6,4	0,84 - 2, 00	0,42- 0,84	< 0,42	EEI %
> 19,2	2040	1509,36	252,82	52,79	17,13	16,76	135,58	92,34
6,4 - 19,2	1261,19	39,32	935,99	103,03	15,87	11,19	102,68	90,60
2,00 - 6,4	561,56	0,74	37,66	368,07	37,21	12,13	54,55	86,97
0,84 - 2, 00	196,97		8,32	12,6	108,47	10,18	13,51	83,88
0,42- 0,84	139,93							
< 0,42	694,46							
Total	4894,11							
FE %	17,05							
EET %	90,76							

C)

SIEMBRA DIRECTA MUESTRA 3								
Agregados	1er pasada	> 19,2	6,4 - 19,2	2,00 - 6,4	0,84 - 2, 00	0,42- 0,84	< 0,42	EEI %
> 19,2	2186,26	1342,31	362,63	96,62	30,56	26,41	172,85	90,67
6,4 - 19,2	1475,88	36,05	1097,69	138,93	22,13	14,51	114,22	90,97
2,00 - 6,4	789,51	0,58	125,28	495,79	44,61	13,13	57,18	90,49
0,84 - 2, 00	277,39	0,59	2,4	18,2	178,11	12,03	16,34	87,52
0,42- 0,84	177,38							
< 0,42	739,06							
Total	5645,48							
FE %	16,23							
EET %	90,58							

Tabla 4

TOTAL FRACCION EROSIONABLE				
	MUESTRAS			
LABRANZA	1	2	3	PROMEDIO
LC	20,90	34,08	20,07	25,01
LV	32,06	32,93	44,68	36,55
SD	18,78	17,05	16,23	17,35

Tabla 5

ESTABILIDAD ESTRUCTURAL TOTAL				
	MUESTRAS			
LABRANZA	1	2	3	PROMEDIO
LC	85,77	70,56	86,85	81,06
LV	78,22	74,64	67,71	73,52
SD	91,20	90,76	90,58	90,85

Tabla 6

ESTABILIDAD ESTRUCTURAL INDIVIDUAL												
	LABRANZAS											
	LABRANZA CONVENCIONAL				LABRANZA VERTICAL				SIEMBRA DIRECTA			
MUESTRAS	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
> 19	86,34	67,94	88,58	80,96	84,76	74,08	66,27	75,03	93,65	92,34	90,67	92,22
6,4 - 19,2	87,96	72,57	87,09	82,54	74,45	76,89	67,82	73,05	89,88	90,60	90,97	90,48
2 - 6,4	80,79	71,36	80,63	77,59	69,46	72,98	68,81	70,41	86,08	86,97	90,49	87,85
0,84 - 2	74,40	72,69	72,42	73,17	64,96	68,54	67,44	66,98	83,30	83,88	87,52	84,90

Tabla 7

Muestra N°	Manejo	Tam. agreg. (mm)	Solucion Mhor Muestra	Solucion Mhor Blanco	C (%)	MO (%)
1	LC1	< 0,42	15,9	20,32	1,72	2,96
2	LC1	0,42 - 0,84	14,86	20,32	2,13	3,66
3	LC1	0,84 - 2	14,57	20,32	2,24	3,86
4	LC1	2 - 6,4	15,43	20,32	1,91	3,28
5	LC1	6,4 - 19,2	15,14	20,32	2,02	3,47
6	LC1	> 19,2	15,5	20,32	1,88	3,23
7	LC2	< 0,42	16,15	20,32	1,63	2,80
8	LC2	0,42 - 0,84	15,61	20,32	1,84	3,16
9	LC2	0,84 - 2	15,81	20,32	1,76	3,03
10	LC2	2 - 6,4	15,65	20,32	1,82	3,13
11	LC2	6,4 - 19,2	15,82	20,32	1,76	3,02
12	LC2	> 19,2	15,57	20,32	1,85	3,19
13	LC3	< 0,42	15,69	20,32	1,81	3,11
14	LC3	0,42 - 0,84	16,46	20,32	1,51	2,59
15	LC3	0,84 - 2	15,09	20,32	2,04	3,51
16	LC3	2 - 6,4	15,95	20,32	1,70	2,93
17	LC3	6,4 - 19,2	16,19	20,32	1,61	2,77
18	LC3	> 19,2	15,52	20,32	1,87	3,22
19	SD1	< 0,42	14,96	21,46	2,54	4,36
20	SD1	0,42 - 0,84	15,64	21,46	2,27	3,90
21	SD1	0,84 - 2	12,38	21,46	3,54	6,09
22	SD1	2 - 6,4	14,1	21,46	2,87	4,94
23	SD1	6,4 - 19,2	16,07	21,46	2,10	3,62
24	SD1	> 19,2	13,66	21,46	3,04	5,23
25	SD2	< 0,42	14,01	21,46	2,91	5,00
26	SD2	0,42 - 0,84	12,8	21,46	3,38	5,81
27	SD2	0,84 - 2	11,84	21,46	3,75	6,45
28	SD2	2 - 6,4	14,16	21,46	2,85	4,90
29	SD2	6,4 - 19,2	14,64	21,46	2,66	4,57
30	SD2	> 19,2	12,77	21,46	3,39	5,83
31	SD3	< 0,42	12,62	21,46	3,45	5,93
32	SD3	0,42 - 0,84	13,06	21,46	3,28	5,63
33	SD3	0,84 - 2	12,14	21,46	3,63	6,25
34	SD3	2 - 6,4	12,1	21,46	3,65	6,28
35	SD3	6,4 - 19,2	15,06	21,46	2,50	4,29
36	SD3	> 19,2	11,26	21,46	3,98	6,84
37	LV1	< 0,42	17,36	21,46	1,60	2,75
38	LV1	0,42 - 0,84	17,32	21,46	1,61	2,78
39	LV1	0,84 - 2	15,6	21,46	2,29	3,93
40	LV1	2 - 6,4	16,93	21,46	1,77	3,04
41	LV1	6,4 - 19,2	17,37	21,46	1,60	2,74
42	LV1	> 19,2	17,01	21,46	1,74	2,99
43	LV2	< 0,42	16,63	21,46	1,88	3,24
44	LV2	0,42 - 0,84	16,36	21,46	1,99	3,42
45	LV2	0,84 - 2	16,61	21,46	1,89	3,25
46	LV2	2 - 6,4	16,48	21,46	1,94	3,34
47	LV2	6,4 - 19,2	16,7	21,46	1,86	3,19
48	LV2	> 19,2	16,93	21,46	1,77	3,04
49	LV3	< 0,42	17,43	21,46	1,57	2,70
50	LV3	0,42 - 0,84	17,54	21,46	1,53	2,63
51	LV3	0,84 - 2	17,45	21,46	1,56	2,69
52	LV3	2 - 6,4	17,21	21,46	1,66	2,85
53	LV3	6,4 - 19,2	16,88	21,46	1,79	3,07
54	LV3	> 19,2	17,3	21,46	1,62	2,79

Tabla 8

	Tam. agreg. (mm)	< 0,42	0,42 - 0,84	0,84 - 2	2 - 6,4	6,4 - 19,2	> 19,2
LC1	MO (%)	3,0	3,7	3,9	3,3	3,5	3,2
LC2	MO (%)	2,8	3,2	3,0	3,1	3,0	3,2
LC3	MO (%)	3,1	2,6	3,5	2,9	2,8	3,2
Promedio		**8,9**	**9,4**	**10,4**	**9,3**	**9,3**	**9,6**
SD1	MO (%)	4,4	3,9	6,1	4,9	3,6	5,2
SD2	MO (%)	5,0	5,8	6,5	4,9	4,6	5,8
SD3	MO (%)	5,9	5,6	6,3	6,3	4,3	6,8
Promedio		**15,3**	**15,3**	**18,8**	**16,1**	**12,5**	**17,9**
LV1	MO (%)	2,8	2,8	3,9	3,0	2,7	3,0
LV2	MO (%)	3,2	3,4	3,3	3,3	3,2	3,0
LV3	MO (%)	2,7	2,6	2,7	2,9	3,1	2,8
Promedio		**8,7**	**8,8**	**9,9**	**9,2**	**9,0**	**8,8**

Tabla 9

	Tam. agreg. (mm)	< 0,42	0,42 - 0,84	0,84 - 2	2 - 6,4	6,4 - 19,2	> 19,2
LC1	C (%)	1,72	2,13	2,24	1,91	2,02	1,88
LC2	C (%)	1,63	1,84	1,76	1,82	1,76	1,85
LC3	C (%)	1,81	1,51	2,04	1,70	1,61	1,87
Promedio		1,72	1,82	2,01	1,81	1,80	1,87
SD1	C (%)	2,54	2,27	3,54	2,87	2,10	3,04
SD2	C (%)	2,91	3,38	3,75	2,85	2,66	3,39
SD3	C (%)	3,45	3,28	3,63	3,65	2,50	3,98
Promedio		2,96	2,97	3,64	3,12	2,42	3,47
LV1	C (%)	1,60	1,61	2,29	1,77	1,60	1,74
LV2	C (%)	1,88	1,99	1,89	1,94	1,86	1,77
LV3	C (%)	1,57	1,53	1,56	1,66	1,79	1,62
Promedio		1,68	1,71	1,91	1,79	1,75	1,71

Tabla 10

A)

sistema	Fracciones (m	Muestra	Tamaño de Particulas (um)												
			0,01-1	1,0-2,0	2,0-3,9	3,9-7,8	7,8-15,6	15,6-31,3	31,3-62,5	62,5-125	125-250	250-500	500-1000	1000-2000	2000
Labranza Convencional	Menor 0,42	1	0,78	0,91	1,43	2,08	3,76	6,75	16,94	35,1	27,13	5,11	0	0	0
		7	0,71	0,83	1,3	1,83	3,26	5,91	17,33	37,3	27,28	4,25	0	0	0
		13	1,1	1,45	2,18	2,93	4,56	7,47	15,7	31,63	27,02	5,96	0	0	0
	Promedio		0,86	1,06	1,64	2,28	3,86	6,71	16,66	34,68	27,14	5,11	0,00	0,00	0,00
	0,42-0,84	2	0,84	0,99	1,57	2,44	4,4	7,83	15,52	26,1	20,09	10,77	8,53	0,91	0
		8	0,72	0,88	1,39	2,03	3,51	6,44	14,46	26,8	21,26	12,32	9,63	0,56	0
		14	0,98	1,19	1,8	2,61	4,55	8,56	16,05	24,95	18,22	10,23	9,63	1,22	0
	Promedio		0,85	1,02	1,59	2,36	4,15	7,61	15,34	25,95	19,86	11,11	9,26	0,90	0,00
	0,84-2	3	0,8	0,92	1,44	2,12	3,75	7,18	17,3	32,35	24,1	5,9	3,19	0,96	0
		9	0,73	0,83	1,29	1,89	3,45	6,74	16,02	29,93	23,23	7,56	6,1	2,23	0
		15	0,68	0,83	1,33	1,95	3,58	7,07	13,14	20,78	15,83	4,72	15,76	14,34	0
	Promedio		0,74	0,86	1,35	1,99	3,59	7,00	15,49	27,69	21,05	6,06	8,35	5,84	0,00
	2-6,4	4	0,85	1	1,55	2,26	3,94	7,36	18,07	34,25	25,07	5,54	0,12	0	0
		10	0,8	0,95	1,49	2,13	3,73	6,77	16,63	33,08	26,13	7,72	0,57	0	0
		16	0,95	1,13	1,07	2,4	4,32	8,15	17,38	32,55	25,28	5,6	0,53	0,02	0
	Promedio		0,87	1,03	1,37	2,26	4,00	7,43	17,36	33,29	25,49	6,29	0,41	0,01	0,00
	6,4-19,2	5	0,67	0,77	1,21	1,77	3,21	6,5	16,72	32,17	24,9	7,1	3,79	1,2	0
		11	0,9	1,09	1,63	2,29	4,08	7,53	16,08	30,56	25,38	7,62	2,09	0,78	0
		17	1,11	1,39	2,1	2,93	4,83	8,79	17,36	30,24	23,59	6,37	1,14	0,16	0
	Promedio		0,89	1,08	1,65	2,33	4,04	7,61	16,72	30,99	24,62	7,03	2,34	0,71	0,00
	Mayor 19,2	6	0,8	0,91	1,45	2,17	3,93	7,44	17,95	34,2	25,35	5,61	0,18	0	0
		12	0,99	1,25	1,9	2,67	4,38	7,72	16,57	31,09	24,96	6,86	1,52	0,09	0
		18	1,09	1,33	1,97	4,8	8,95	17,62	30,73	24,1	6,14	0,47	0	0	0
	Promedio		1,0	1,2	1,8	3,2	5,8	10,9	21,8	29,8	18,8	4,3	0,6	0,0	0,0

B)

Labranza Vertical	Menor 0,42	37	0,74	0,86	1,33	1,85	3,34	6,42	15,8	33,4	28,65	7,39	0,22	0	0
		43	1,34	1,45	1,99	2,79	5,18	9,53	18,32	31,95	23,66	3,79	0	0	0
		49	1,51	1,74	2,36	3,16	5,68	9,54	17,26	31,11	23,59	4,05	0	0	0
	Promedio		1,20	1,35	1,89	2,60	4,73	8,50	17,13	32,15	25,30	5,08	0,07	0,00	0,00
	0,42-0,84	38	0,74	0,9	1,41	2,05	3,57	6,45	12,11	20,89	15,68	11,53	19,62	5,05	0
		44	1,37	1,5	2,1	3,09	6,05	10,59	15,16	21,88	16,64	9,15	9,78	2,69	0
		50	1,29	1,42	2,01	2,89	5,58	10,09	15,11	22,18	16,29	9,69	11,17	2,27	0
	Promedio		1,13	1,27	1,84	2,68	5,07	9,04	14,13	21,65	16,20	10,12	13,52	3,34	0,00
	0,84-2	39	0,99	1,11	1,65	2,39	4,3	7,99	17,49	31,46	23,28	6,3	2,46	0,59	0
		45	1,44	1,6	2,25	3,29	6,19	10,41	16,02	25,63	20,01	5,29	4,51	3,36	0
		51	1,5	1,76	2,54	3,69	6,51	10,03	15,4	26,13	20,69	6,04	4	1,69	0
	Promedio		1,31	1,49	2,15	3,12	5,67	9,48	16,30	27,74	21,33	5,88	3,66	1,88	0,00
	2-6,4	40	0,7	0,67	1,03	1,58	3,23	7,06	18,06	34,66	26,01	5,79	0,8	0,23	0
		46	1,27	1,42	1,98	2,79	5,17	8,98	14,69	24,7	19,54	3,27	5,25	10,95	0
		52	1,41	1,34	1,84	2,73	5,94	11,96	18,69	27,63	20,81	6,09	1,54	0,01	0
	Promedio		1,13	1,14	1,62	2,37	4,78	9,33	17,15	29,00	22,12	5,05	2,53	3,73	0,00
	6,4-19,2	41	1,24	1,32	1,85	2,68	5,55	9,72	17,03	31,24	24,35	5,02	0	0	0
		47	1,54	1,76	2,49	3,57	6,45	9,73	15,25	28,7	23,61	5,88	0,97	0,06	0
		53	1,34	1,39	1,89	2,74	5,67	10,01	10,46	29,09	23,2	6,4	1,68	0,13	0
	Promedio		1,37	1,49	2,08	3,00	5,89	9,82	14,25	29,68	23,72	5,77	0,88	0,06	0,00
	Mayor 19,2	42	1,11	1,12	1,57	2,18	4,8	9,67	17,27	30,92	25,01	6,17	0,17	0	0
		48	1,54	1,68	2,34	3,24	6,19	10,83	16,73	27,98	22,13	6,25	1,08	0	0
		54	1,35	1,5	2,09	2,92	5,39	9,57	16,72	29,16	23,53	6,08	1,23	0,46	0
	Promedio		1,33	1,43	2,00	2,78	5,46	10,02	16,91	29,35	23,56	6,17	0,83	0,15	0,00

C)

Siembra Directa	Menor 0,42	19	0,79	0,97	1,48	2,1	3,72	6,67	16,53	34,3	27,59	5,75	0	0	0
		25	0	0,15	0,51	0,81	1,84	3,72	15,55	38,64	31,47	7	0,32	0	0
		31	0,52	0,65	1,05	1,6	3,02	5,73	17,1	35,66	27,71	6,86	0,11	0	0
	Promedio		0,44	0,59	1,01	1,50	2,86	5,37	16,39	36,20	28,92	6,54	0,14	0,00	0,00
	0,42-0,84	20	0,6	0,72	1,1	1,59	2,99	6,26	15,51	29,32	23,17	9,32	7,2	2,22	0
		26	0,33	0,38	0,62	0,94	1,78	4,43	15,5	31,36	24,24	10,62	8,37	1,43	0
		32	0,32	0,44	0,77	1,21	2,37	4,58	12,88	28,45	25,22	13,13	9,51	1,13	0
	Promedio		0,42	0,51	0,83	1,25	2,38	5,09	14,63	29,71	24,21	11,02	8,36	1,59	0,00
	0,84-2	21	0,62	0,72	1,14	1,69	3,05	6,19	15,89	30,93	24,81	7,06	4,64	3,28	0
		27	0,4	0,43	0,71	1,12	2,26	5,25	16,02	32,94	27,49	9,4	3,22	0,75	0
		33	0,45	0,55	0,92	1,4	2,71	5,25	14,73	31,2	26,25	8,97	5,6	1,64	0
	Promedio		0,5	0,6	0,9	1,4	2,7	5,6	15,5	31,7	26,2	8,5	4,5	1,9	0,0
	2-6,4	22	0,37	0,39	0,68	1,06	2,21	4,84	15,67	34,95	29,31	8,28	1,75	0,5	0
		28	0,51	0,52	0,82	1,3	2,7	6,3	18	34,78	26,42	6,95	1,59	0,12	0
		34	0,61	0,69	1,12	1,07	3,23	6,35	16,67	32,99	25,78	8,14	2,6	0,13	0
	Promedio		0,50	0,53	0,87	1,14	2,71	5,83	16,78	34,24	27,17	7,79	1,98	0,25	0,00
	6,4-19,2	23	0,64	0,7	1,12	1,62	2,95	6,02	16,83	34,7	26,78	6,07	2,05	0,5	0
		29	0,38	0,4	0,66	1,02	2,11	4,51	16,52	37	29,26	7,12	0,94	0,09	0
		35	0,67	0,73	1,17	1,78	3,4	6,5	17,04	34,12	26,25	7,27	1,07	0	0
	Promedio		0,56	0,61	0,98	1,47	2,82	5,68	16,80	35,27	27,43	6,82	1,35	0,20	0,00
	Mayor 19,2	24	0	0,16	0,55	0,88	1,97	4,32	14,79	35,23	30,13	7,96	2,74	1,27	0
		30	0,7	0,81	1,3	1,92	3,4	6,67	16,79	32,77	26,68	7,8	1,11	0,05	0
		36	0,43	0,49	0,83	1,32	2,76	5,88	15,69	32,6	28,97	10,13	0,9	0	0
	Promedio		0,38	0,49	0,89	1,37	2,71	5,62	15,76	33,53	28,59	8,63	1,58	0,44	0,00

Tabla 11

A)

Emisión Fracción menor 0.42 mm									
Repetición	**LV1**	**LV2**	**LV3**	**SD1**	**SD2**	**SD3**	**LC1**	**LC2**	**LC3**
1	38,5	8,9	7,9	10,7	14,8	4,3	9,5	13,7	33,3
2	28,4	8,2	6,3	8,0	14,8	3,3	7,5	13,3	43,0
3	21,4	8,7	5,2	7,9	11,8	3,4	1,8	12,6	26,8
4	16,4	10,0	4,3	7,8	9,8	3,8	8,3	10,9	24,2
5	29,7					16,3	7,5		27,4
6	28,0					23,6	16,6		17,7
7	17,1						33,1		
8	19,4						37,0		
Promedio	**26,9**	**8,9**	**5,9**	**8,6**	**12,8**	**6,2**	**6,9**	**12,6**	**28,7**

B)

Emisión Fracción 0.42-0.84 mm									
Repetición	**LV1**	**LV2**	**LV3**	**SD1**	**SD2**	**SD3**	**LC1**	**LC2**	**LC3**
1	6,9	6,4	2,6	2,4	5,1	7,0	4,5	5,7	13,1
2	7,2	6,3	2,3	3,9	4,3	5,2	3,7	6,6	10,7
3	4,8	5,5	7,0	3,0	3,9	5,8	3,5	6,3	10,5
4	5,4	5,7	7,0	2,9	3,6	5,9	4,2	6,2	6,4
5			5,6		0,0				
6			5,9						
7			7,5						
8			7,0						
Promedio	**5,8**	**5,9**	**5,6**	**3,3**	**3,0**	**5,6**	**3,8**	**6,4**	**9,2**

C)

Emisión Fracción 0.84-2 mm									
Repetición	**LV1**	**LV2**	**LV3**	**SD1**	**SD2**	**SD3**	**LC1**	**LC2**	**LC3**
1	6,0	5,2	7,9	1,9	2,9	2,9	7,4	6,6	7,5
2	4,1	5,8	5,8	2,0	2,6	2,4	10,4	4,3	4,7
3	5,8	3,5	3,8	1,8	2,4	2,4	7,0	4,0	3,8
4	4,2	4,9	4,1	2,1	2,9	2,4	9,0	4,8	4,4
5									
6									
Promedio	**5,0**	**4,9**	**5,4**	**1,9**	**2,7**	**2,5**	**8,4**	**4,9**	**5,1**

D)

Emisión Fracción 2-6,4 mm									
Repetición	**LV1**	**LV2**	**LV3**	**SD1**	**SD2**	**SD3**	**LC1**	**LC2**	**LC3**
1	2,4	12,3	3,5	1,1	2,0	3,1	4,7	15,2	6,9
2	3,5	10,6	2,9	0,8	1,5	3,4	4,7	9,5	5,7
3	4,7	6,5	3,2	5,4	1,6	2,8	4,5	7,0	2,7
4	4,1	7,0	2,6	4,1	1,1	2,4	4,4	4,4	3,1
5		12,2		1,8				20,7	
6		8,7		1,9				10,1	
7								7,4	
Promedio	**3,7**	**9,1**	**3,1**	**2,8**	**1,6**	**2,9**	**4,6**	**9,0**	**4,6**

E)

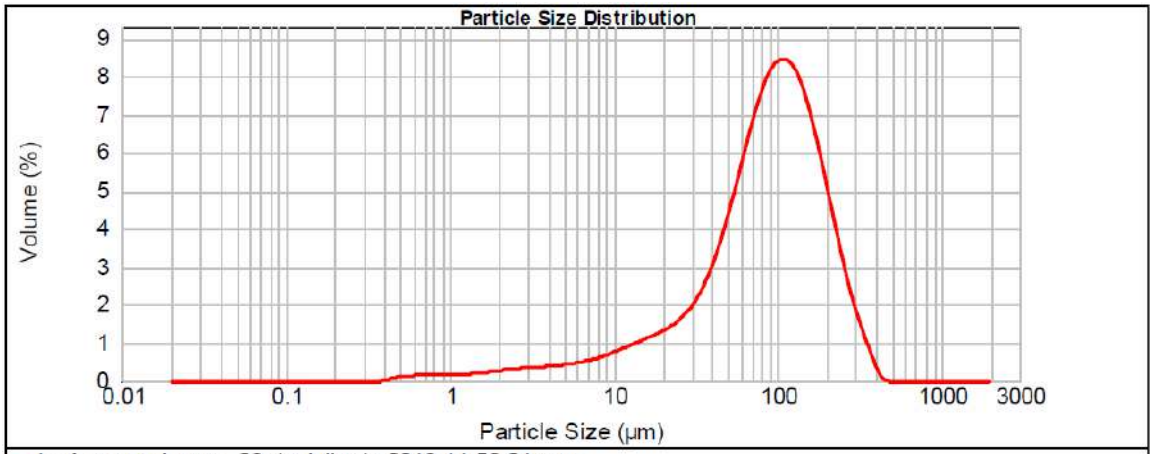
Emisión Fracción 6,4-19,2 mm									
Repetición	**LV1**	**LV2**	**LV3**	**SD1**	**SD2**	**SD3**	**LC1**	**LC2**	**LC3**
1	6,1	5,9	1,9	3,8	0,3	0,4	1,2	2,0	5,5
2	4,6	6,5	1,6	1,2	0,5	0,5	1,2	2,2	5,4
3	3,0	6,7	2,5	1,6	0,5	0,8	0,5	1,1	3,0
4	3,7	6,7	0,4	1,2	0,9	0,8	2,5	1,9	5,3
5			23,1	1,0			1,4		
6			12,8	1,8			1,4		
7			9,7						
8			5,7						
Promedio	**4,4**	**6,4**	**7,2**	**1,8**	**0,5**	**0,6**	**1,4**	**1,8**	**4,8**

Tabla 12

Porcentaje de agregados > 0.84 mm	Unidades									
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Cientos	Toneladas / Ha									
05	0	694.4	560	492.8	439.0	403.2	380.8	358.4	336	313.6
10	300.1	293.4	286.7	280	271.0	262.1	253.1	378.6	237.4	228.5
20	219.5	212.8	206.1	201.6	199.4	192.6	185.9	181.4	177	170.2
30	165.8	161.3	159.0	154.6	150.1	145.6	141.1	138.9	134.4	129.9
40	125.4	121	116.5	114.2	132.2	107.5	105.3	100.8	96.3	91.8
50	85.1	80.6	73.9	69.4	65	60.5	56	53.8	51.5	49.3
60	47.0	44.8	42.6	40.3	38.1	35.8	35.8	33.6	31.4	29.1
70	26.9	24.6	22.4	17.9	15.7	13.4	9	6.7	6.7	4.5
80	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

13: Gráficos de distribución de tamaño de partículas de las diferentes fracciones.

Gráfico N° 1: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción < 0.42 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.78
1.000	0.91
2.000	1.43
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.08
7.800	3.76
15.600	6.75
31.300	

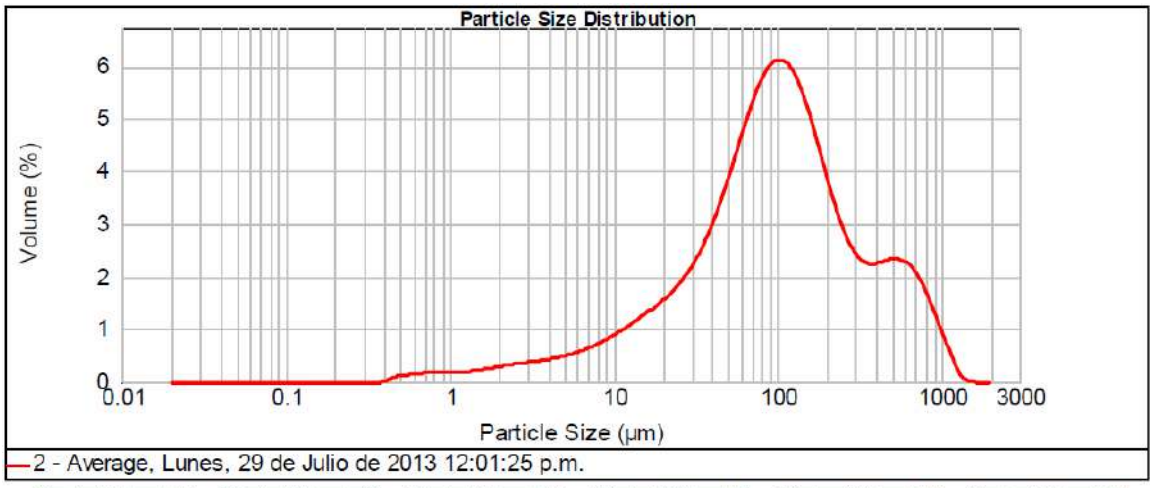
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.94
62.500	35.10
125.000	27.13
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.11
500.000	0.00
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N°2: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.42 a 0.84 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.84
1.000	0.99
2.000	1.57
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.44
7.800	4.40
15.600	7.83
31.300	

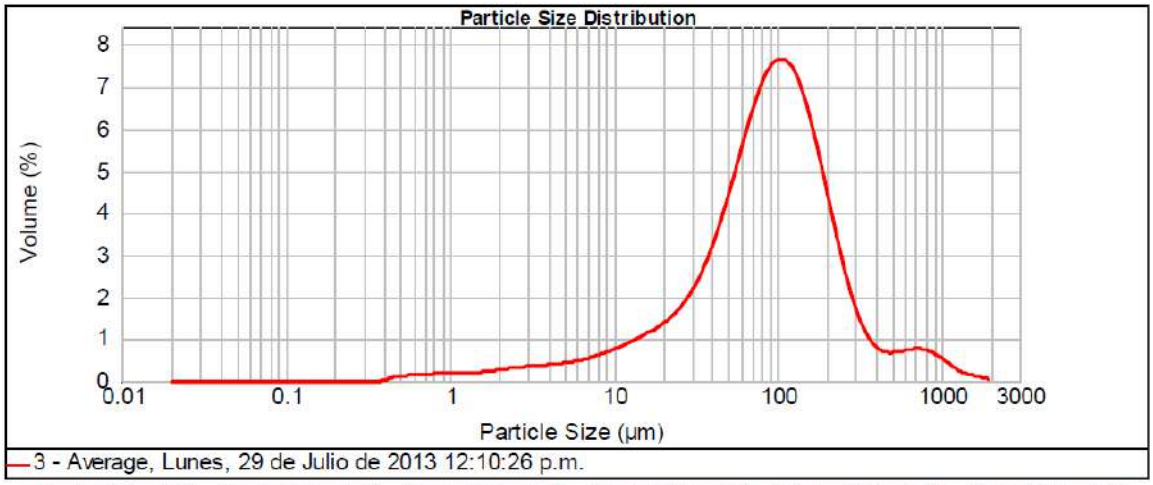
Size (µm)	Volume In %
31.300	15.52
62.500	26.10
125.000	20.09
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	10.77
500.000	8.53
1000.000	0.91
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 3: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.84 a 2 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.80
1.000	0.92
2.000	1.44
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.12
7.800	3.75
15.600	7.18
31.300	

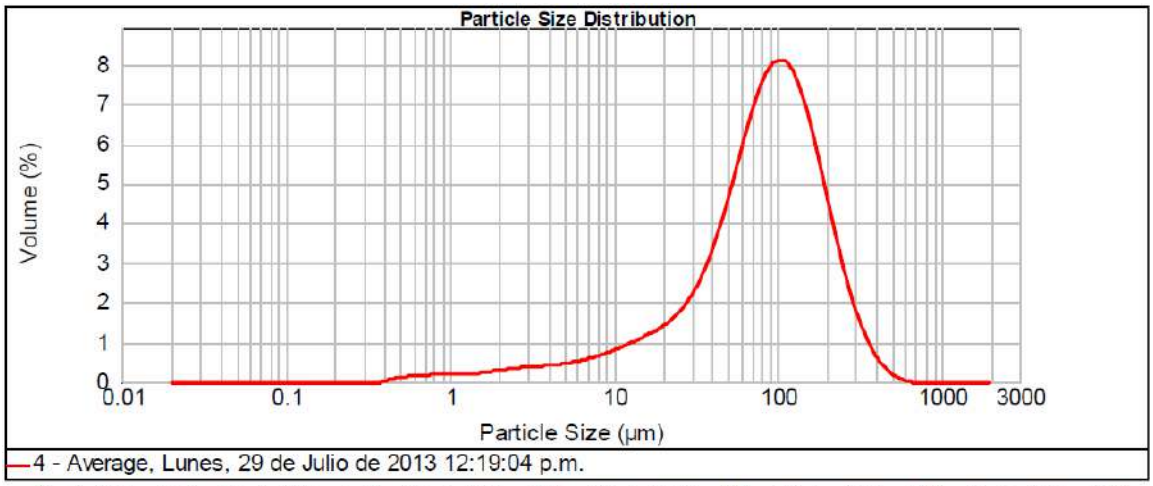
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.30
62.500	32.35
125.000	24.10
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.90
500.000	3.19
1000.000	0.96
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 4: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 2 a 6.4 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.85
1.000	1.00
2.000	1.55
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.26
7.800	3.94
15.600	7.36
31.300	

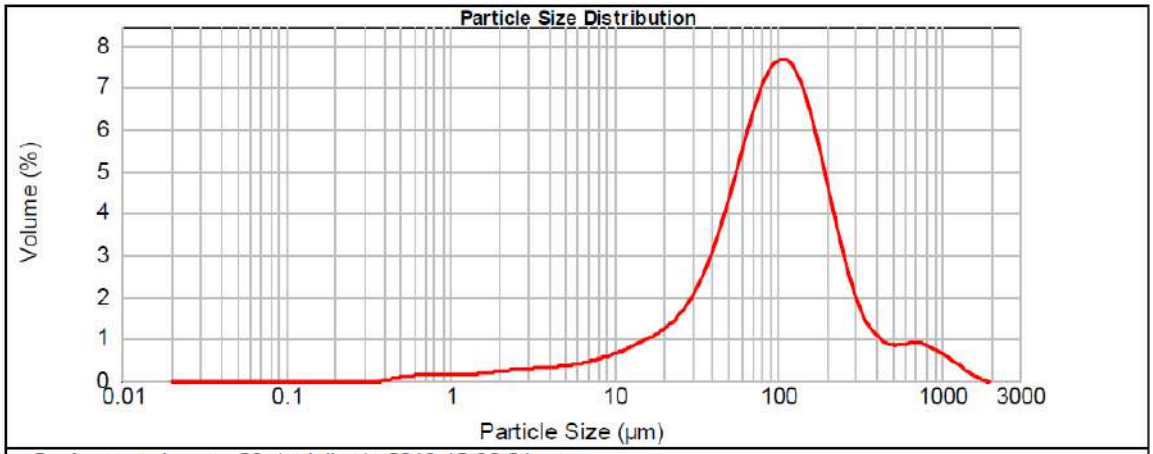
Size (µm)	Volume In %
31.300	18.07
62.500	34.25
125.000	25.07
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.54
500.000	0.12
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 5: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 6.4 a 19.2 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.67
1.000	0.77
2.000	1.21
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.77
7.800	3.21
15.600	6.50
31.300	

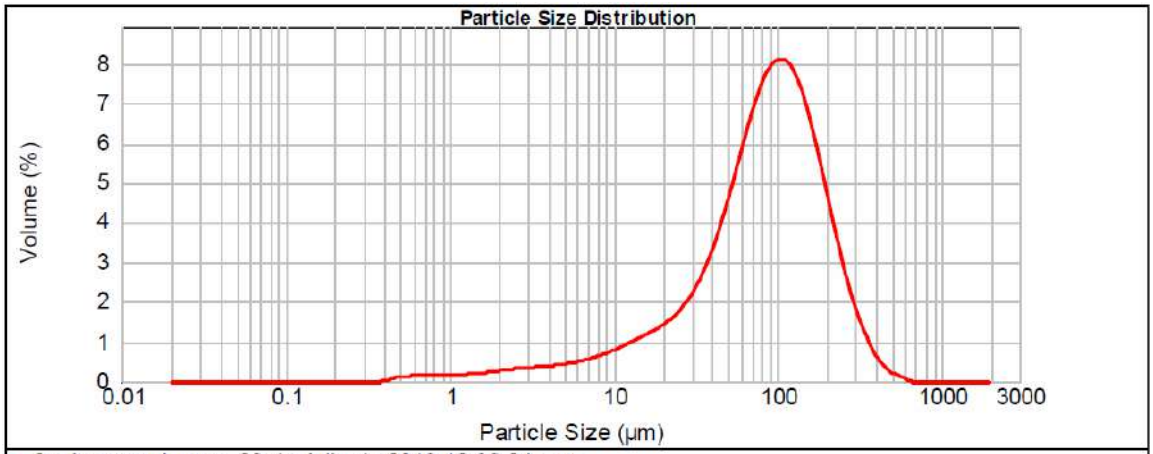
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.72
62.500	32.17
125.000	24.90
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	7.10
500.000	3.79
1000.000	1.20
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N°6: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción > 19.2 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.80
1.000	0.91
2.000	1.45
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.17
7.800	3.93
15.600	7.44
31.300	

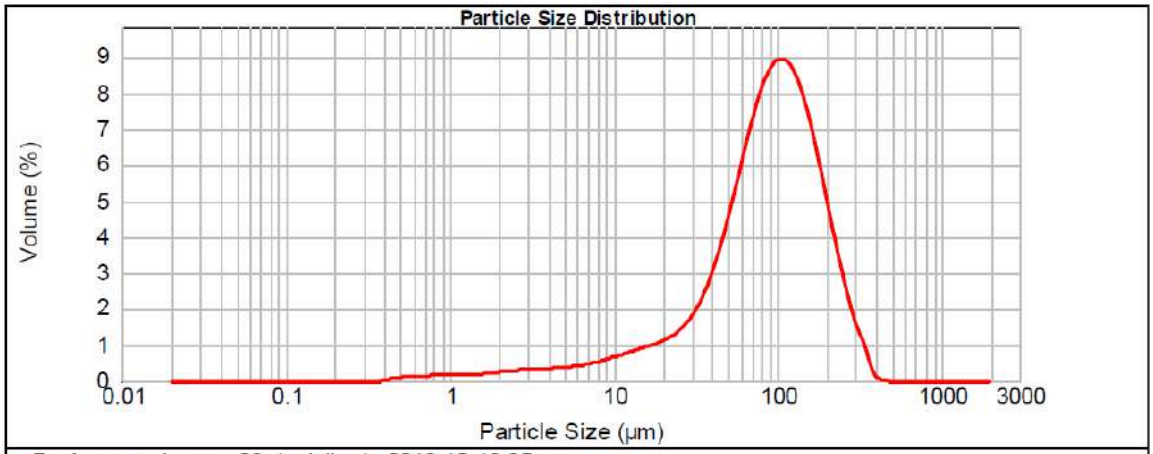
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.98
62.500	34.20
125.000	25.35
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.61
500.000	0.18
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 7: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción < 0.42 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.71
1.000	0.83
2.000	1.30
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.83
7.800	3.26
15.600	5.91
31.300	

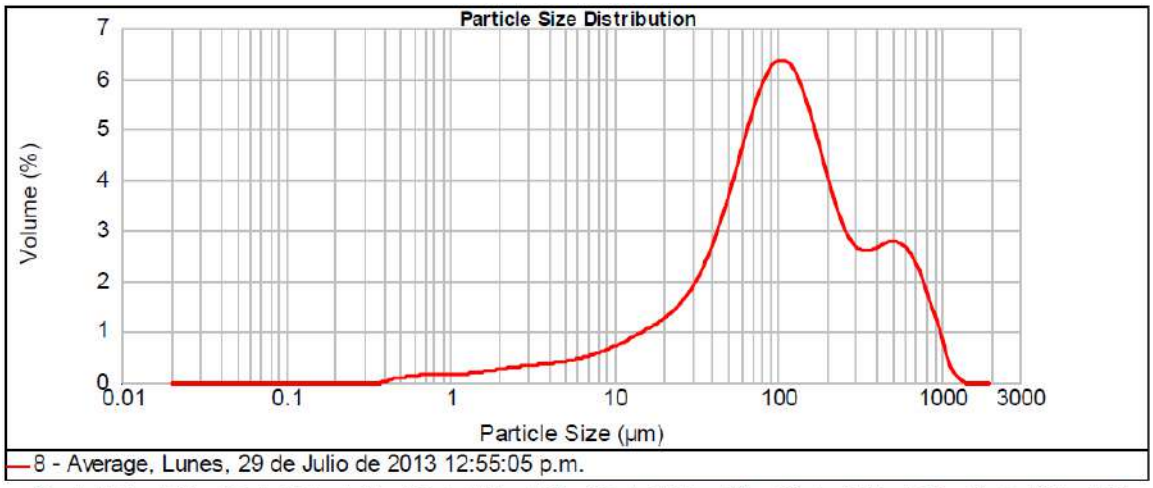
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.33
62.500	37.30
125.000	27.28
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	4.25
500.000	0.00
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 8: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.42 a 0.84 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.72
1.000	0.88
2.000	1.39
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.03
7.800	3.51
15.600	6.44
31.300	

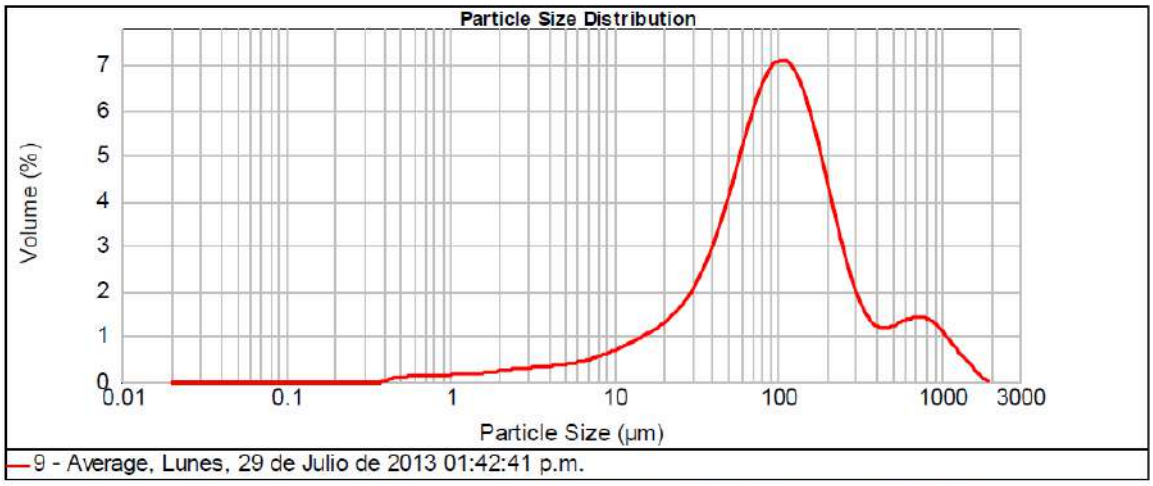
Size (µm)	Volume In %
31.300	14.46
62.500	26.80
125.000	21.26
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	12.32
500.000	9.63
1000.000	0.66
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 9: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.84 a 2 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.73
1.000	0.83
2.000	1.29
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.89
7.800	3.45
15.600	6.74
31.300	

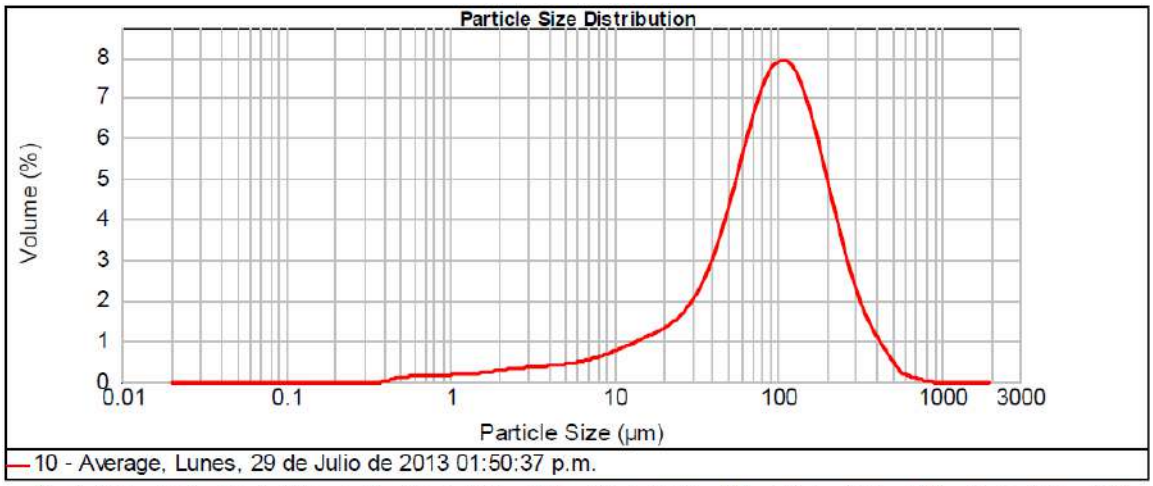
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.02
62.500	29.93
125.000	23.23
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	7.56
500.000	6.10
1000.000	2.23
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 10: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 2 a 6.4 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.80
1.000	0.95
2.000	1.49
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.13
7.800	3.73
15.600	6.77
31.300	

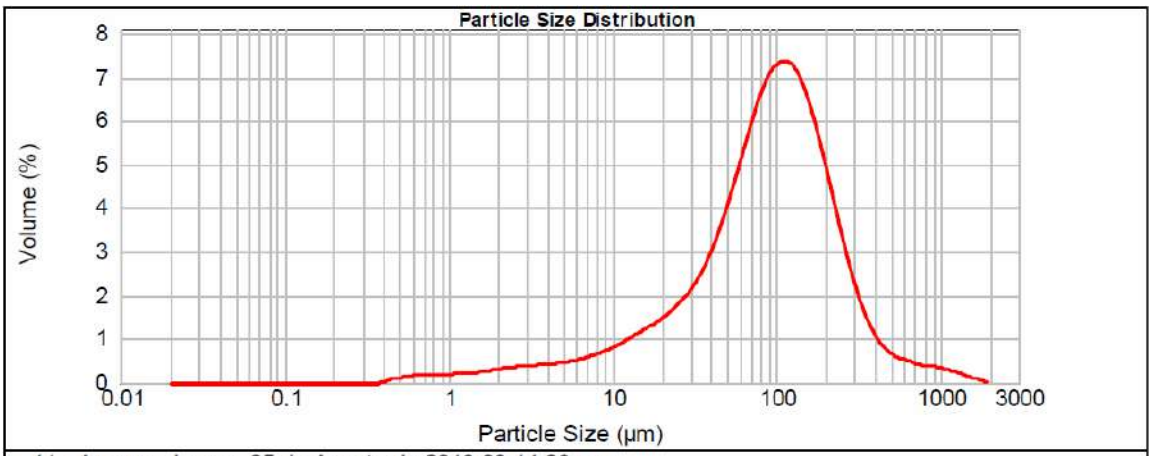
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.63
62.500	33.08
125.000	26.13
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	7.72
500.000	0.57
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 11: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 6.4 a 19.2 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.90
1.000	1.09
2.000	1.63
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.29
7.800	4.08
15.600	7.53
31.300	

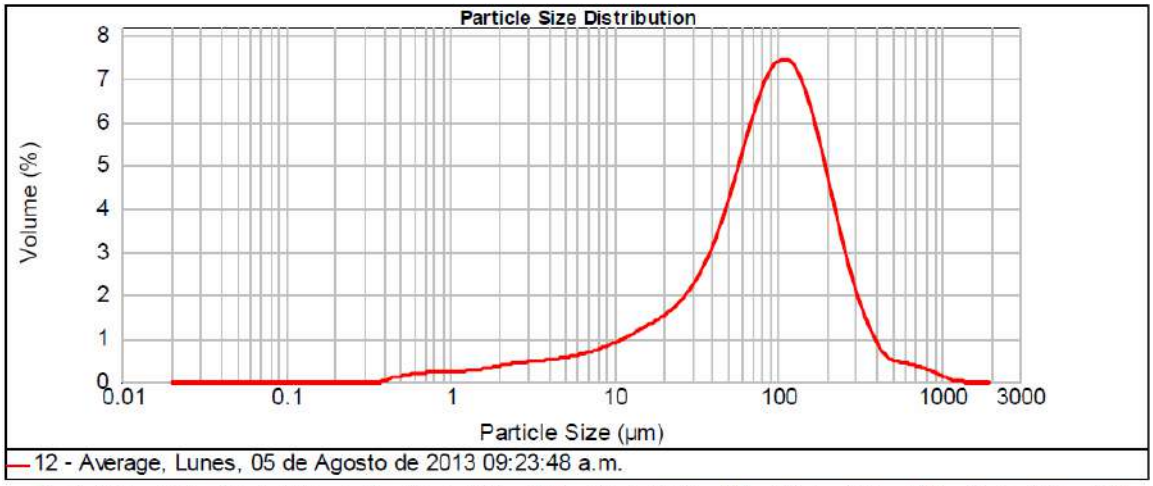
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.08
62.500	30.56
125.000	25.38
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	7.62
500.000	2.09
1000.000	0.78
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 12: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción > 19.2 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.99
1.000	1.25
2.000	1.90
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.67
7.800	4.38
15.600	7.72
31.300	

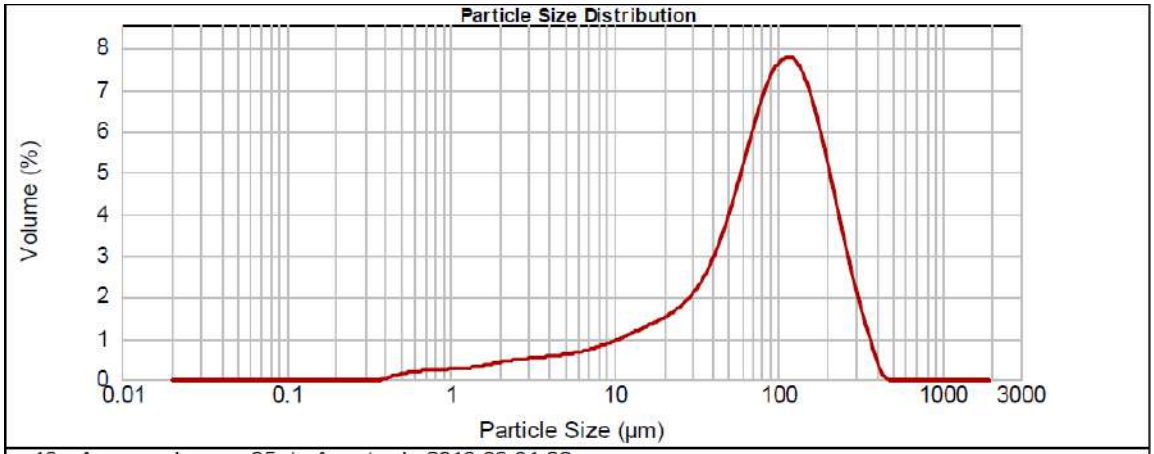
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.57
62.500	31.09
125.000	24.96
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.86
500.000	1.52
1000.000	0.09
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 13: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción < 0.42 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.10
1.000	1.45
2.000	2.18
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.93
7.800	4.56
15.600	7.47
31.300	

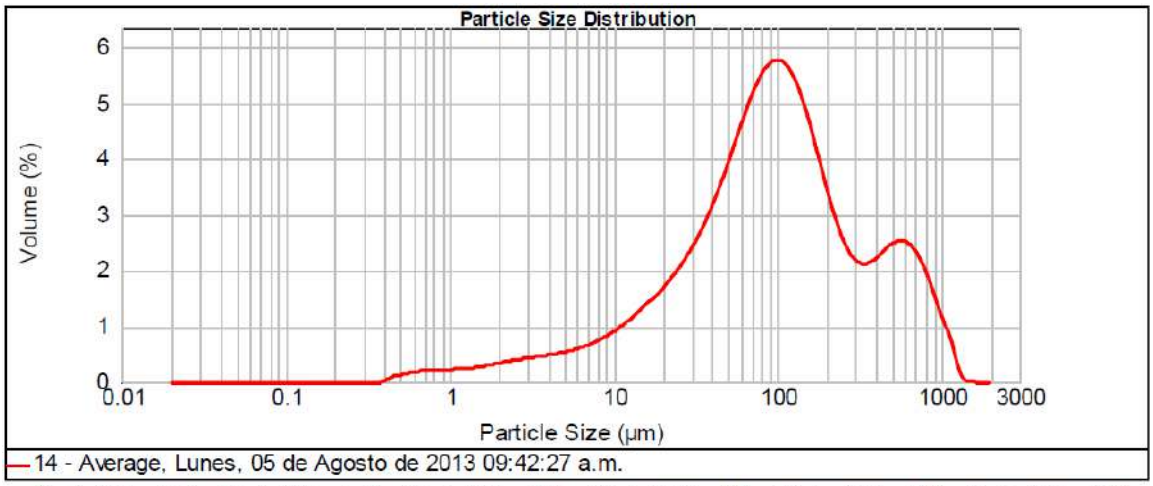
Size (µm)	Volume In %
31.300	15.70
62.500	31.63
125.000	27.02
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.96
500.000	0.00
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 14: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.42 a 0.84 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.98
1.000	1.19
2.000	1.80
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.61
7.800	4.55
15.600	8.56
31.300	

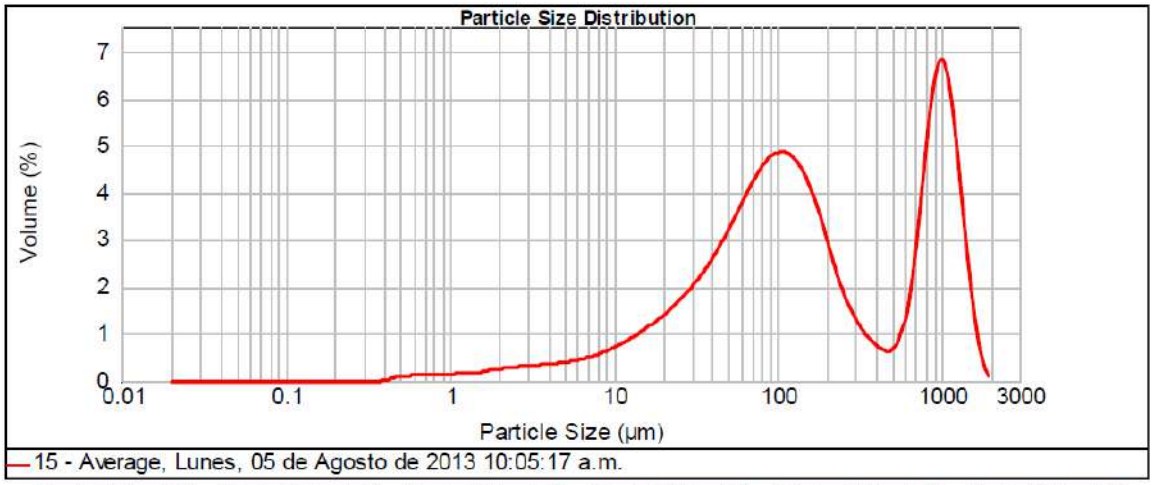
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.05
62.500	24.95
125.000	18.22
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	10.23
500.000	9.63
1000.000	1.22
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 15: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.84 a 2 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.68
1.000	0.83
2.000	1.33
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.95
7.800	3.58
15.600	7.07
31.300	

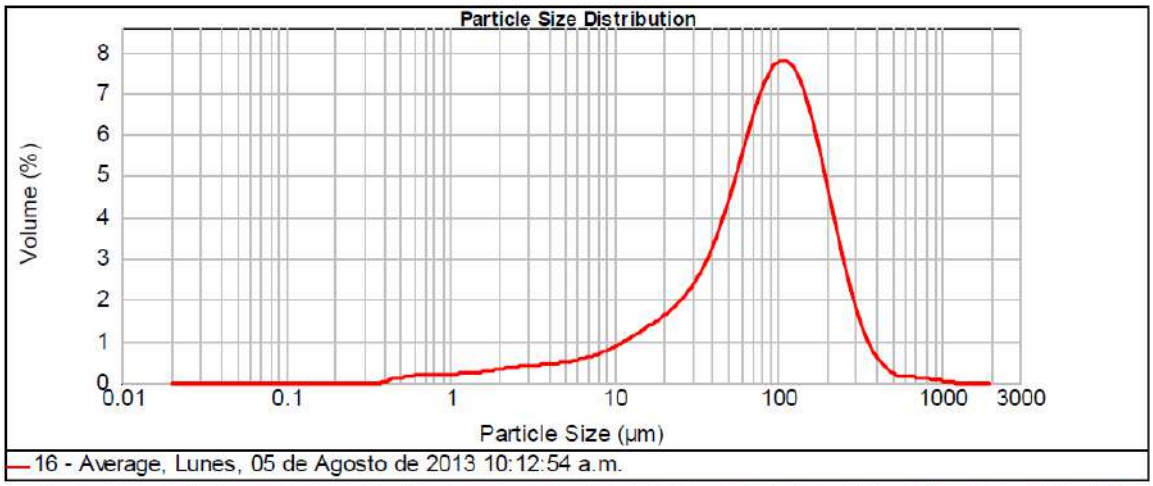
Size (µm)	Volume In %
31.300	13.14
62.500	20.78
125.000	15.83
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	4.72
500.000	15.76
1000.000	14.34
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 16: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 2 a 6.4 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.95
1.000	1.13
2.000	1.70
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.40
7.800	4.32
15.600	8.15
31.300	

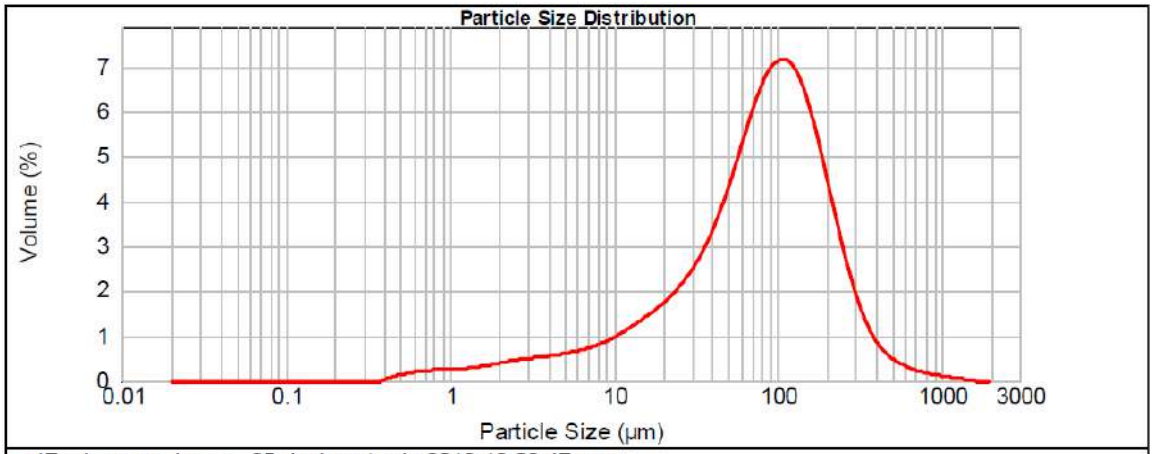
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.38
62.500	32.55
125.000	25.28
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.60
500.000	0.53
1000.000	0.02
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 17: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 6.4 a 19.2 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.11
1.000	1.39
2.000	2.10
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.93
7.800	4.83
15.600	8.79
31.300	

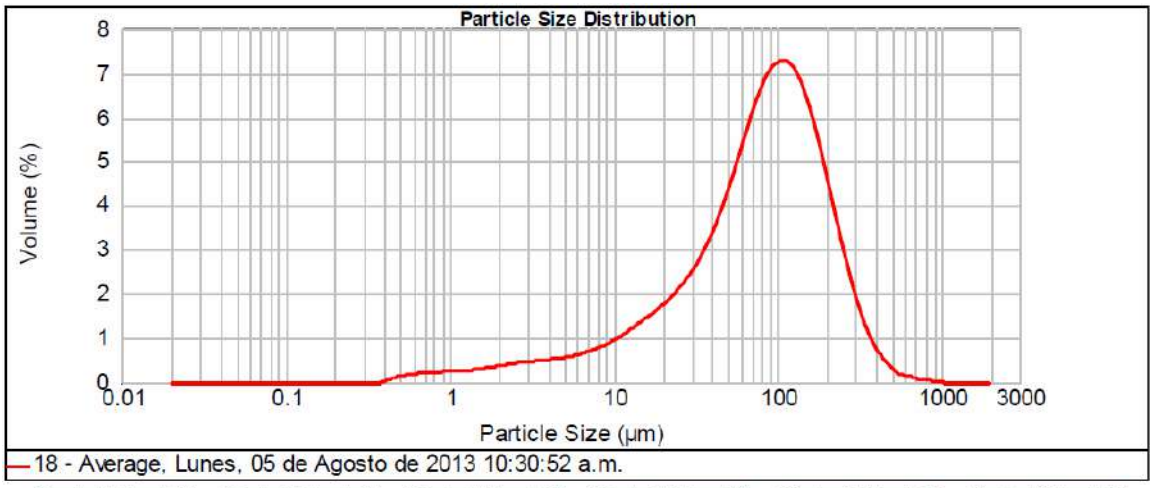
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.36
62.500	30.24
125.000	23.59
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.37
500.000	1.14
1000.000	0.16
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 18: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción > 19.2 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LC.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.09
1.000	1.33
2.000	1.97
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.75
7.800	4.80
15.600	8.95
31.300	

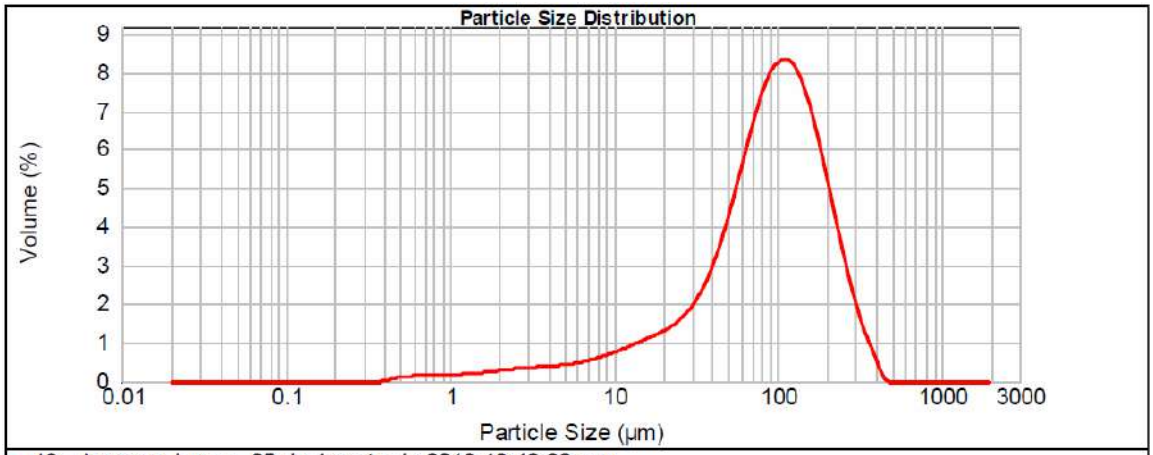
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.62
62.500	30.73
125.000	24.16
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.14
500.000	0.47
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 19: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción < 0.42 mm de la muestra Nº 1 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.79
1.000	0.97
2.000	1.48
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.10
7.800	3.72
15.600	6.67
31.300	

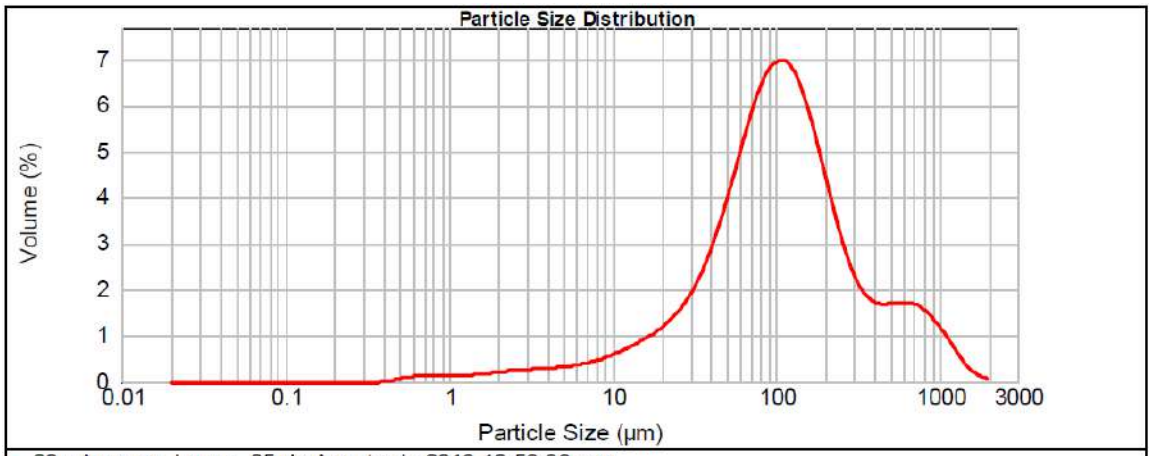
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.53
62.500	34.40
125.000	27.59
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.75
500.000	0.00
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 20: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.42 a 0.84 mm de la muestra Nº 1 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.60
1.000	0.72
2.000	1.10
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.69
7.800	2.99
15.600	6.26
31.300	

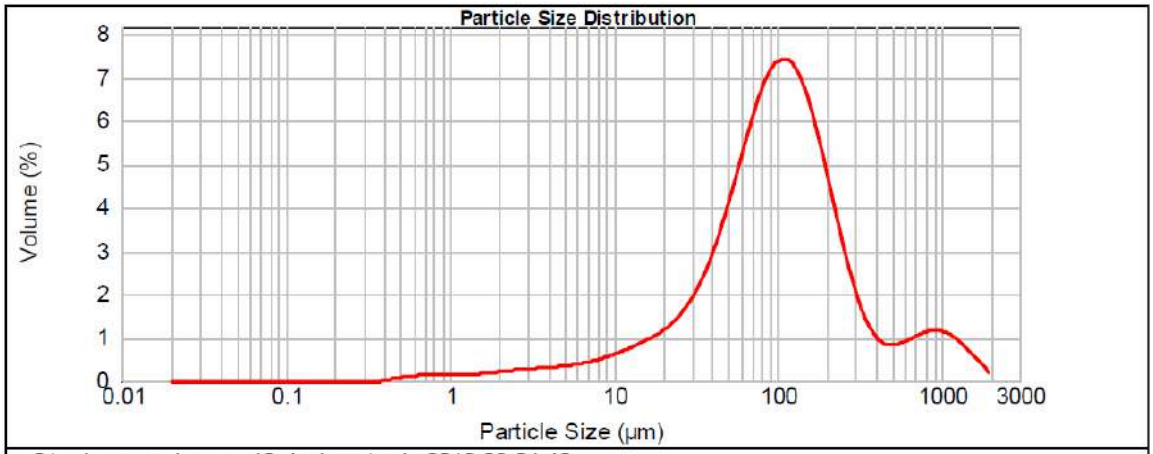
Size (µm)	Volume In %
31.300	15.51
62.500	29.32
125.000	23.17
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	9.32
500.000	7.20
1000.000	2.22
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

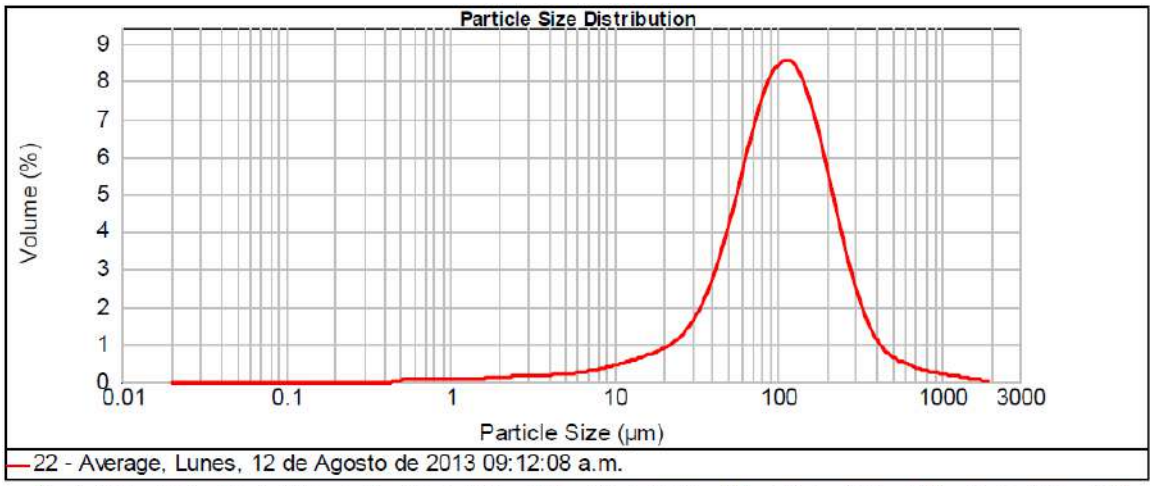
Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 21: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.84 a 2 mm de la muestra Nº 1 del sistema de SD.*



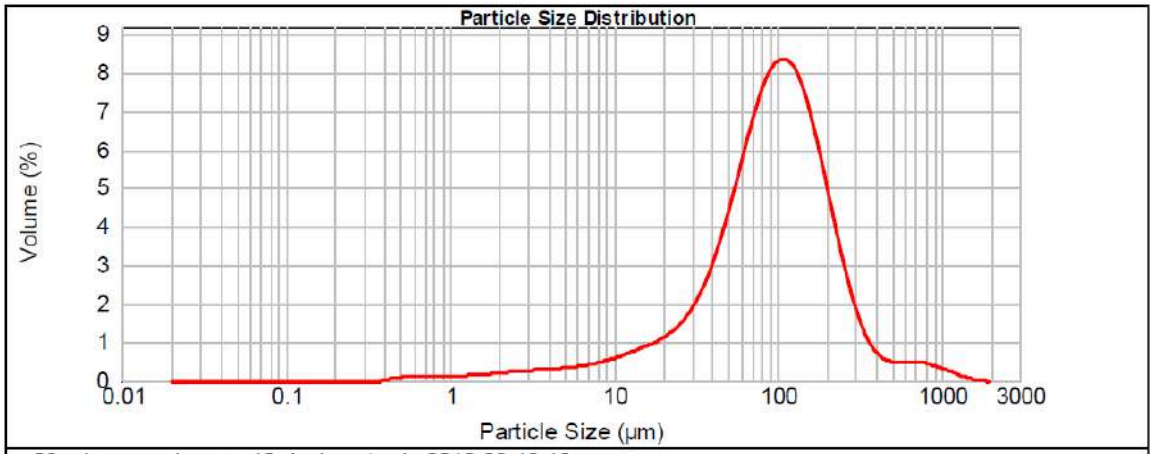
Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.62	3.900	1.69	31.300	15.89	250.000	7.06	2000.000			
1.000	0.72	7.800	3.05	62.500	30.93	500.000	4.64				
2.000	1.14	15.600	6.19	125.000	24.81	1000.000	3.28				
3.900		31.300		250.000		2000.000					

Gráfico N°22: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 2 a 6.4 mm de la muestra Nº 1 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.37	3.900	1.06	31.300	15.67	250.000	8.28	2000.000			
1.000	0.39	7.800	2.21	62.500	34.95	500.000	1.75				
2.000	0.68	15.600	4.84	125.000	29.31	1000.000	0.50				
3.900		31.300		250.000		2000.000					

Gráfico N° 23: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 6.4 a 19.2 mm de la muestra Nº 1 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.64
1.000	0.70
2.000	1.12
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.62
7.800	2.95
15.600	6.02
31.300	

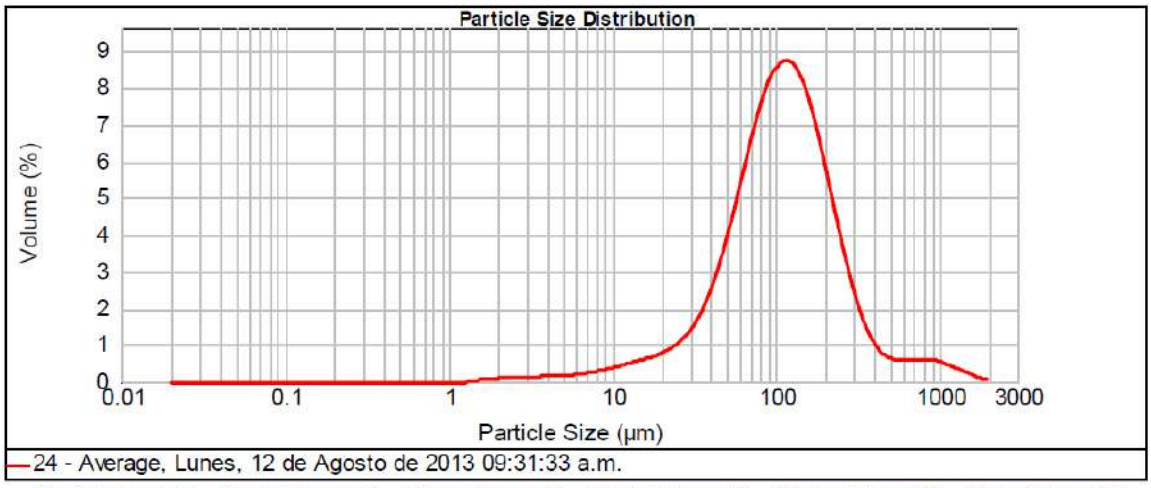
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.83
62.500	34.70
125.000	26.78
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.07
500.000	2.07
1000.000	0.50
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 24: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción >19.2 mm de la muestra Nº 1 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
1.000	0.16
2.000	0.55
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	0.88
7.800	1.97
15.600	4.32
31.300	

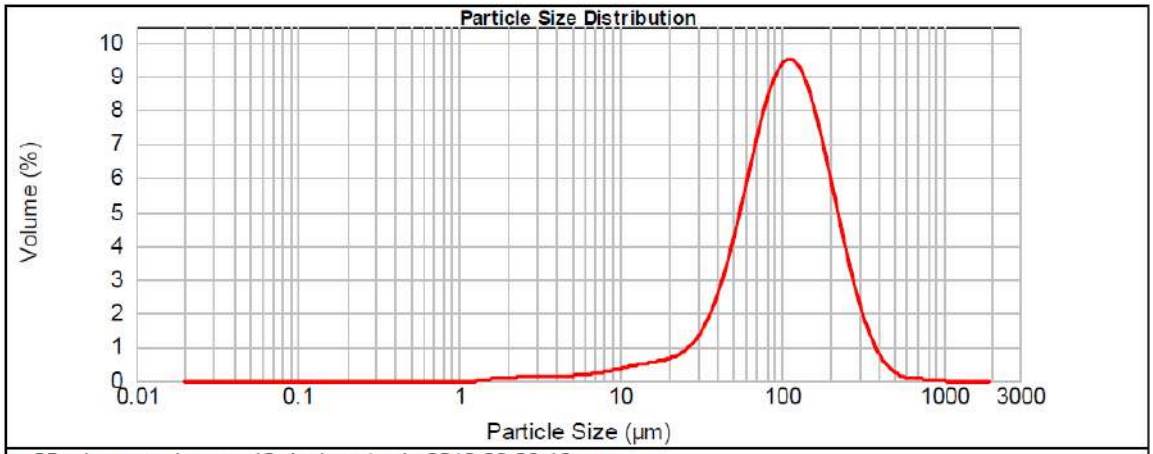
Size (µm)	Volume In %
31.300	14.79
62.500	35.23
125.000	30.13
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	7.96
500.000	2.74
1000.000	1.27
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 25: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción < 0.42 mm de la muestra Nº 2 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
1.000	0.15
2.000	0.51
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	0.81
7.800	1.84
15.600	3.72
31.300	

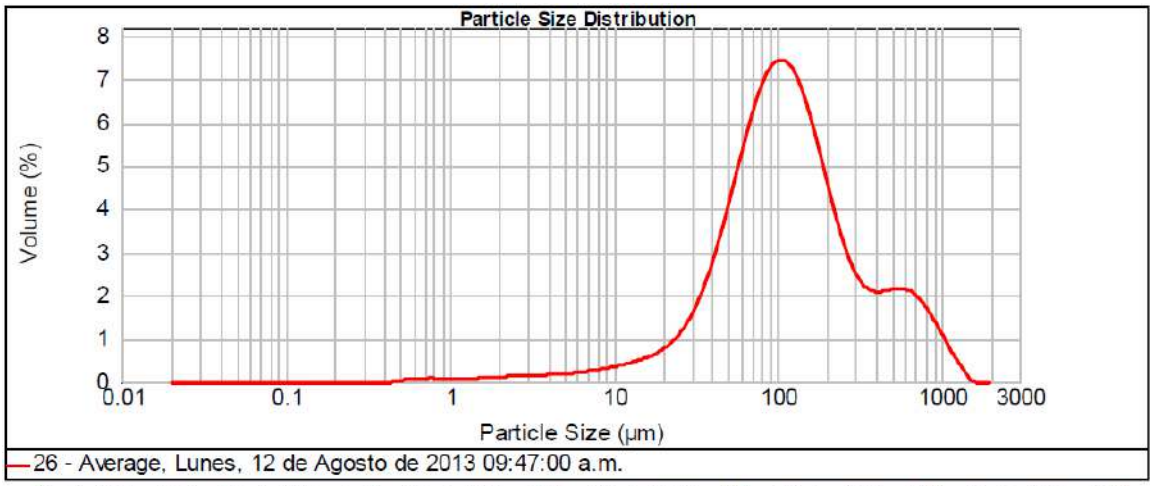
Size (µm)	Volume In %
31.300	15.55
62.500	38.64
125.000	31.47
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	7.00
500.000	0.32
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 26: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.42 a 0.84 mm de la muestra Nº 2 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.33
1.000	0.38
2.000	0.62
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	0.94
7.800	1.78
15.600	4.43
31.300	

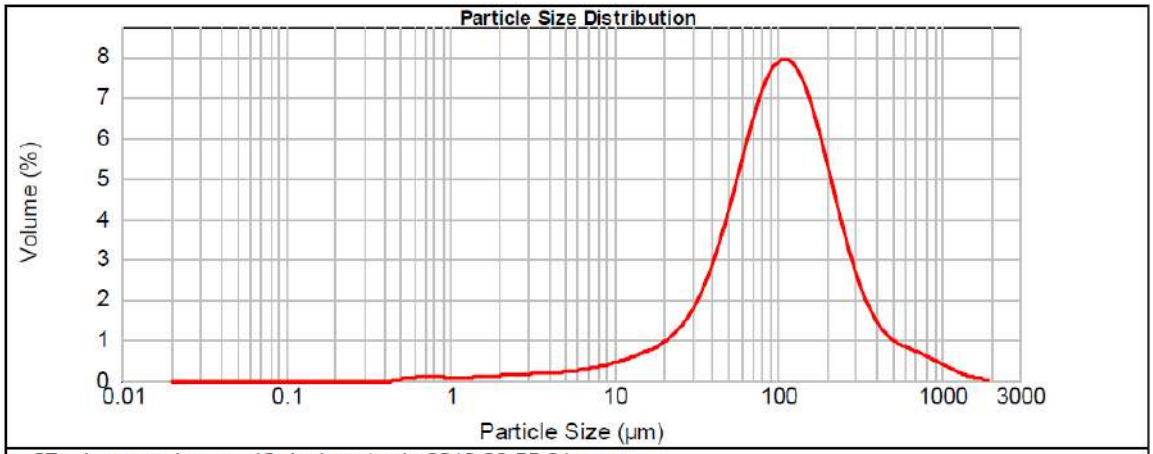
Size (µm)	Volume In %
31.300	15.50
62.500	31.36
125.000	24.24
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	10.62
500.000	8.37
1000.000	1.43
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 27: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.84 a 2 mm de la muestra Nº 2 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.40
1.000	0.43
2.000	0.71
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.12
7.800	2.26
15.600	5.25
31.300	

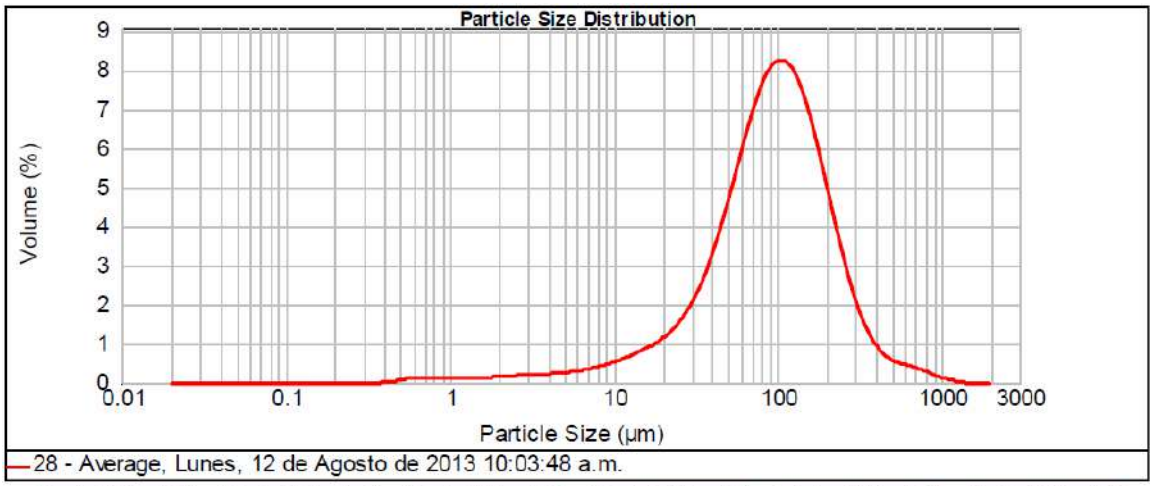
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.02
62.500	32.94
125.000	27.49
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	9.40
500.000	3.22
1000.000	0.75
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 28: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 2 a 6.4 mm de la muestra Nº 2 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.51
1.000	0.52
2.000	0.82
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.30
7.800	2.70
15.600	6.30
31.300	

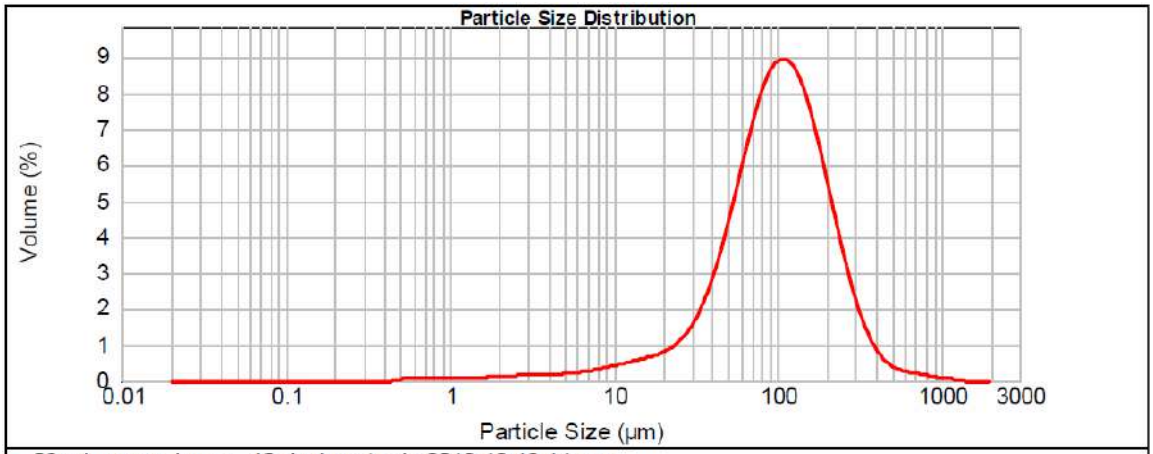
Size (µm)	Volume In %
31.300	18.00
62.500	34.78
125.000	26.42
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.95
500.000	1.69
1000.000	0.12
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 29: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 6.4 a 19.2 mm de la muestra Nº 2 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.38
1.000	0.40
2.000	0.66
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.02
7.800	2.11
15.600	4.51
31.300	

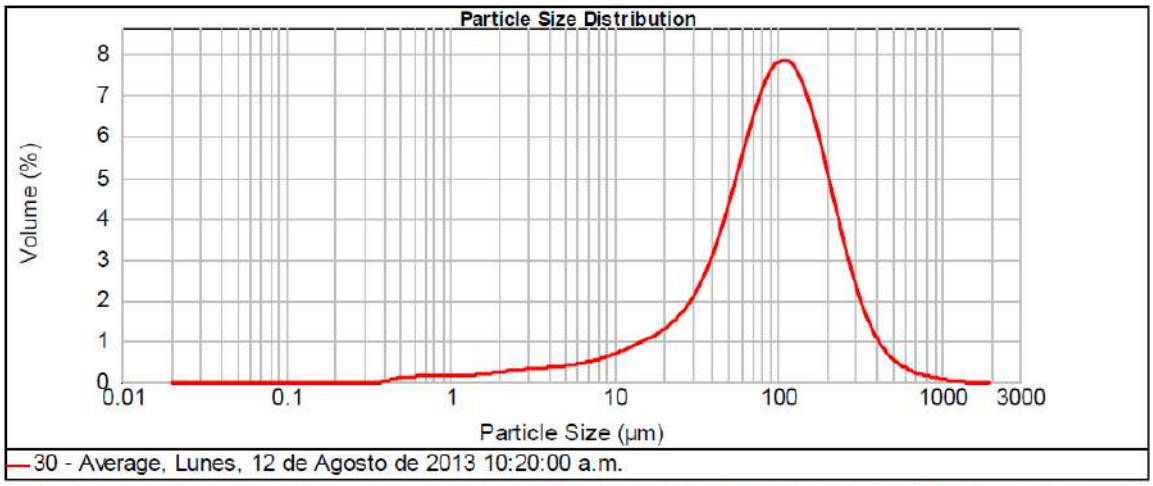
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.52
62.500	37.00
125.000	29.26
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	7.12
500.000	0.94
1000.000	0.09
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N°30: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción > 19.2 mm de la muestra Nº 2 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.70
1.000	0.81
2.000	1.30
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.92
7.800	3.40
15.600	6.67
31.300	

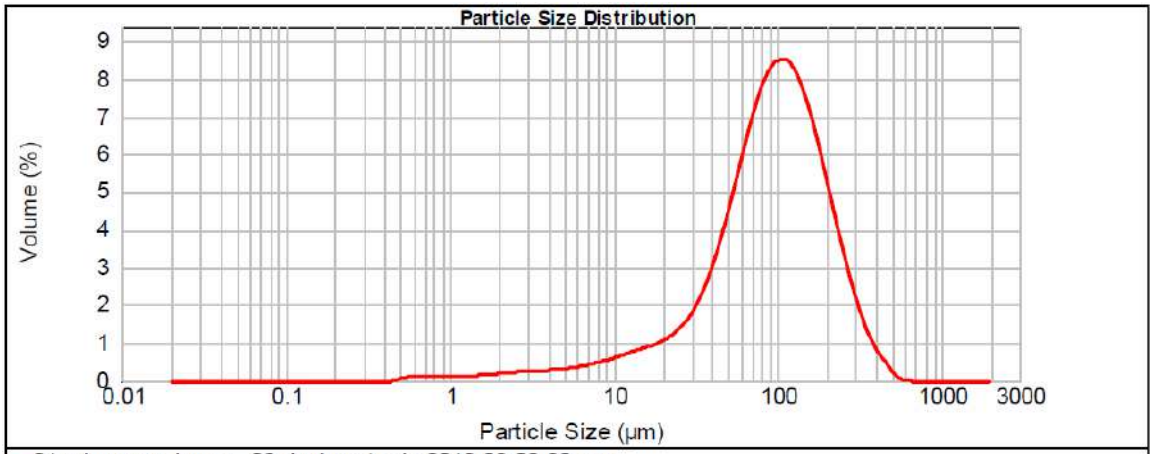
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.79
62.500	32.77
125.000	26.68
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	7.80
500.000	1.11
1000.000	0.05
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N°31: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción < 0.42 mm de la muestra Nº 3 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.52
1.000	0.65
2.000	1.05
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.60
7.800	3.02
15.600	5.73
31.300	

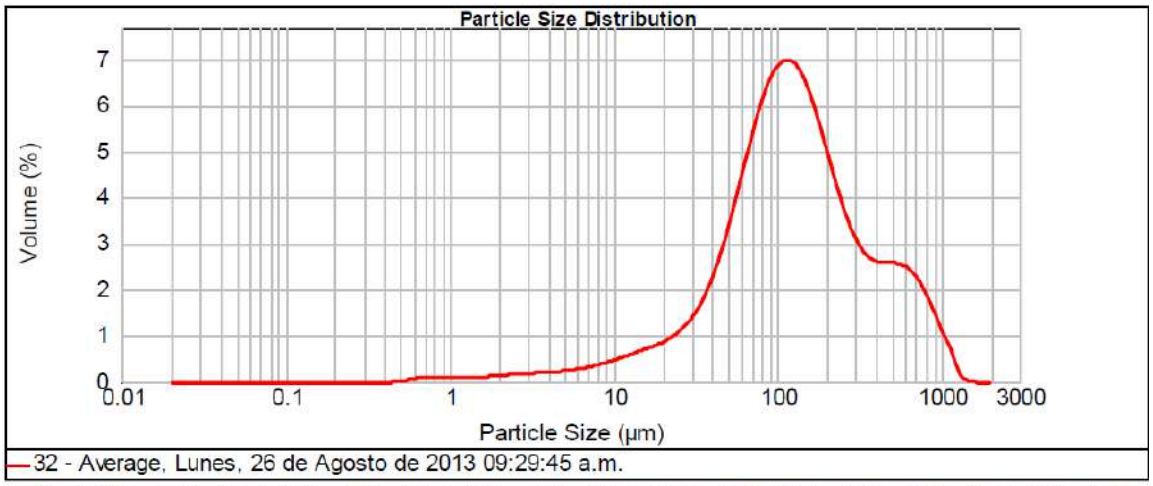
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.10
62.500	35.66
125.000	27.71
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.86
500.000	0.11
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 32: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.42 a 0.84 mm de la muestra Nº 3 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.32
1.000	0.44
2.000	0.77
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.21
7.800	2.37
15.600	4.58
31.300	

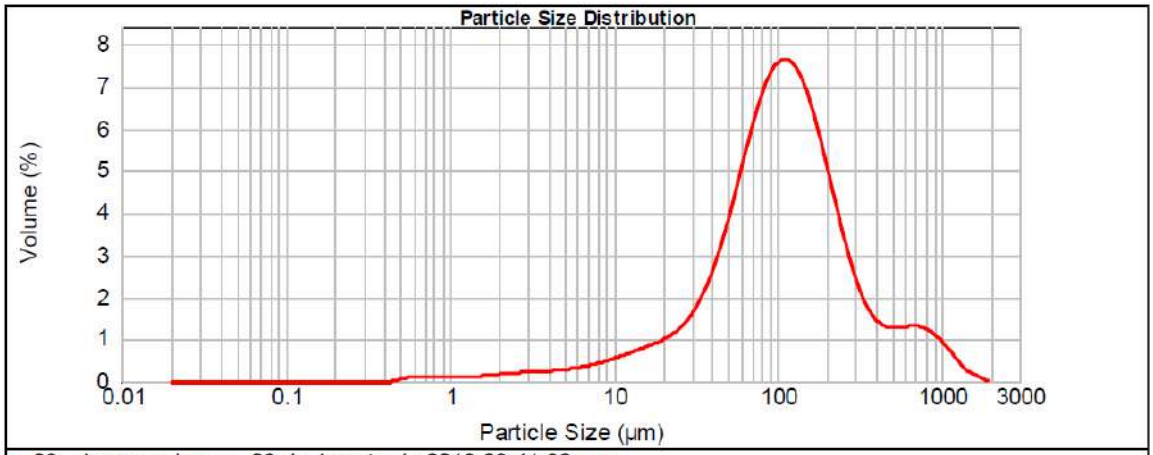
Size (µm)	Volume In %
31.300	12.88
62.500	28.45
125.000	25.22
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	13.13
500.000	9.51
1000.000	1.13
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 33: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.84 a 2 mm de la muestra Nº 3 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.45
1.000	0.55
2.000	0.92
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.40
7.800	2.71
15.600	5.25
31.300	

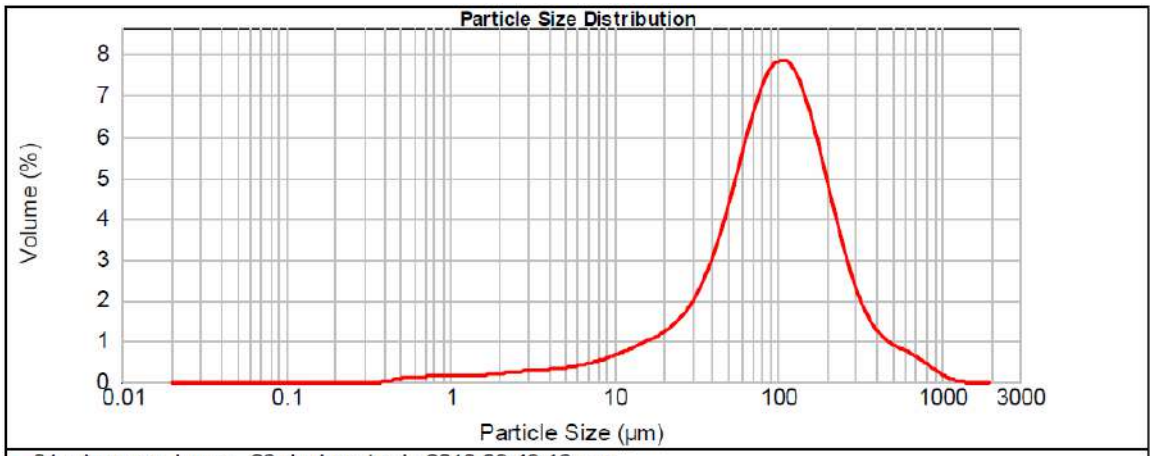
Size (µm)	Volume In %
31.300	14.73
62.500	31.52
125.000	26.25
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	8.97
500.000	5.60
1000.000	1.64
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 34: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 2 a 6.4 mm de la muestra Nº 3 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.61
1.000	0.69
2.000	1.12
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.70
7.800	3.23
15.600	6.35
31.300	

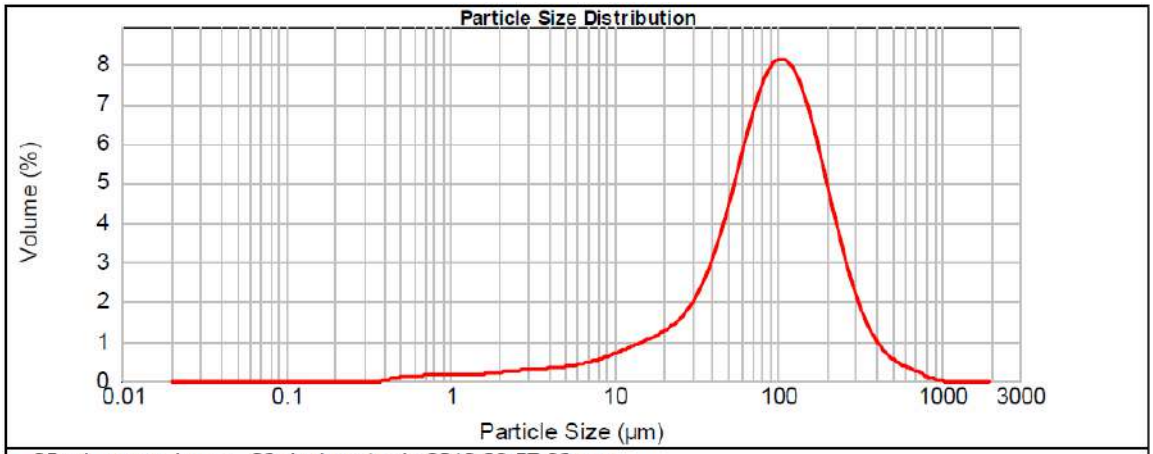
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.67
62.500	32.99
125.000	25.78
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	8.14
500.000	2.60
1000.000	0.13
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 35: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 6.4 a 19.2 mm de la muestra Nº 3 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.67
1.000	0.73
2.000	1.17
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.78
7.800	3.40
15.600	6.50
31.300	

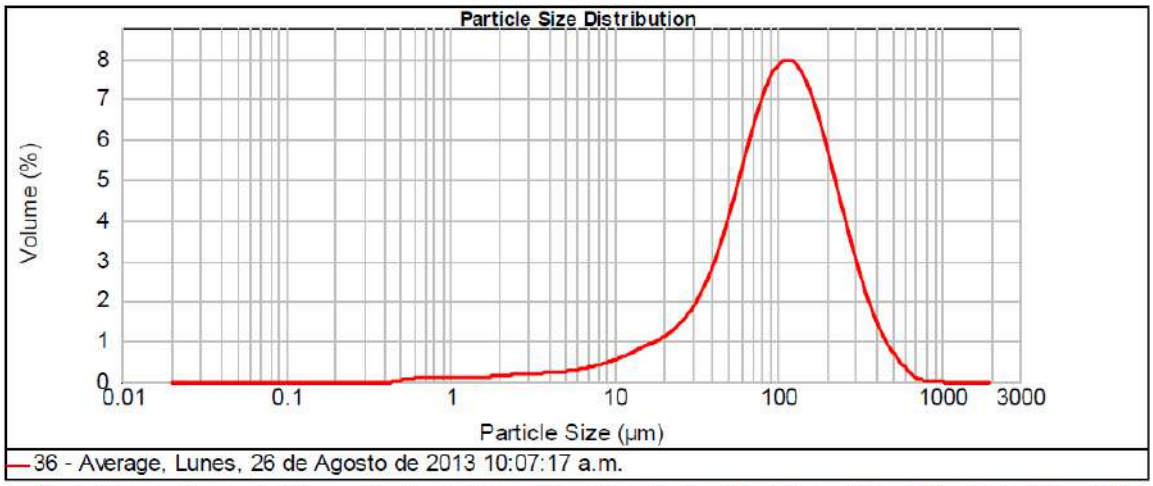
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.04
62.500	34.12
125.000	26.25
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	7.27
500.000	1.07
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 36: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción > 19.2 mm de la muestra Nº 3 del sistema de SD.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.43
1.000	0.49
2.000	0.83
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.32
7.800	2.76
15.600	5.88
31.300	

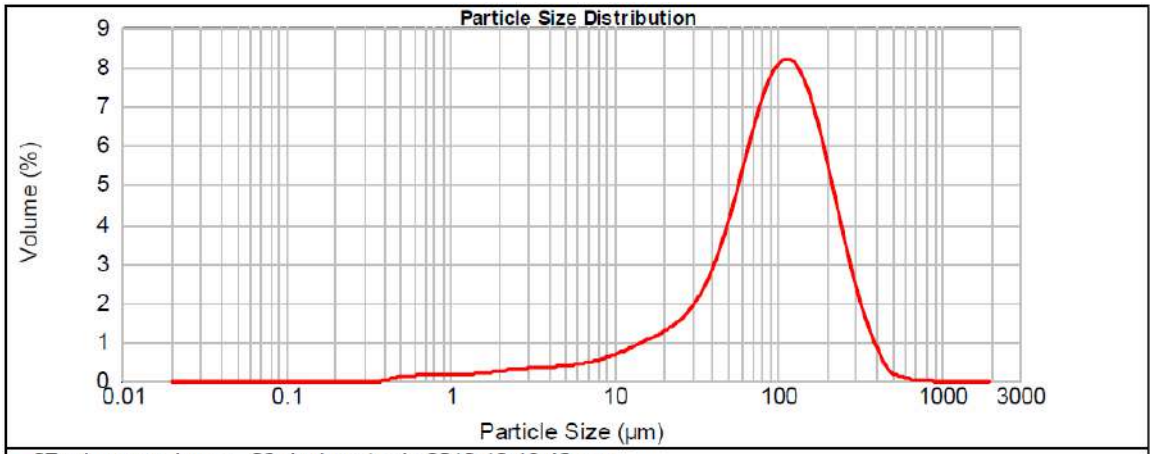
Size (µm)	Volume In %
31.300	15.69
62.500	32.60
125.000	28.97
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	10.13
500.000	0.90
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

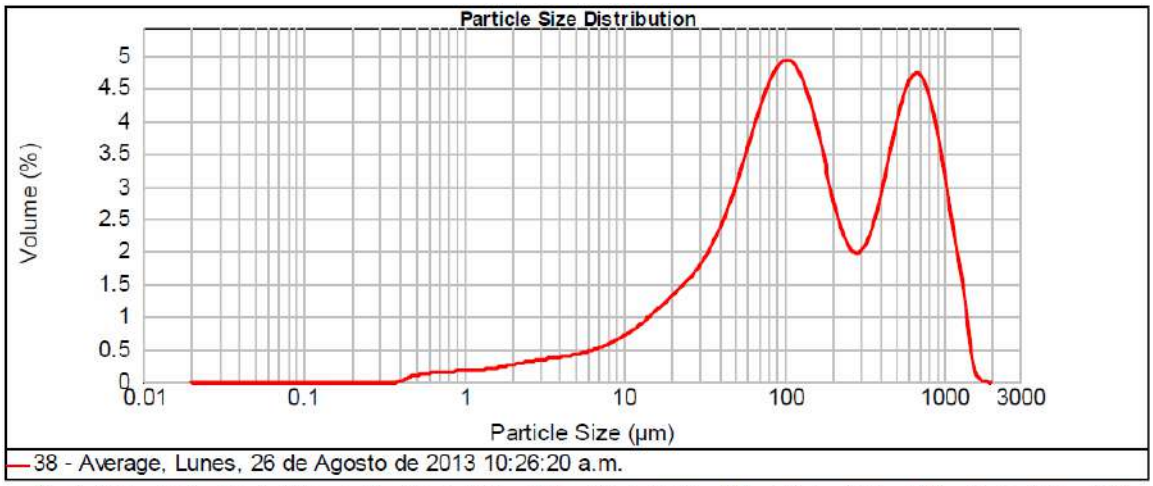
Size (µm)	Volume In %

Gráfico n° 37: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción <0.42 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LV.*



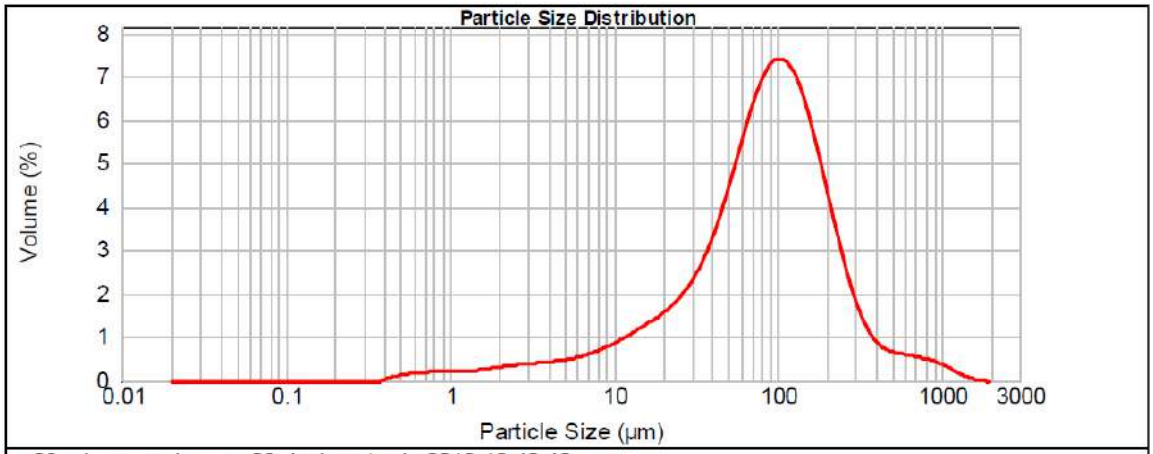
Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.74	3.900	1.85	31.300	15.80	250.000	7.39	2000.000			
1.000	0.86	7.800	3.34	62.500	33.40	500.000	0.22				
2.000	1.33	15.600	6.42	125.000	28.65	1000.000	0.00				
3.900		31.300		250.000		2000.000					

Gráfico N° 38: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.42 a 0.84 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.74	3.900	2.05	31.300	12.11	250.000	11.53	2000.000			
1.000	0.90	7.800	3.57	62.500	20.89	500.000	19.62				
2.000	1.41	15.600	6.45	125.000	15.68	1000.000	5.05				
3.900		31.300		250.000		2000.000					

Gráfico N° 39: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.84 a 2 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.99
1.000	1.11
2.000	1.65
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.39
7.800	4.30
15.600	7.99
31.300	

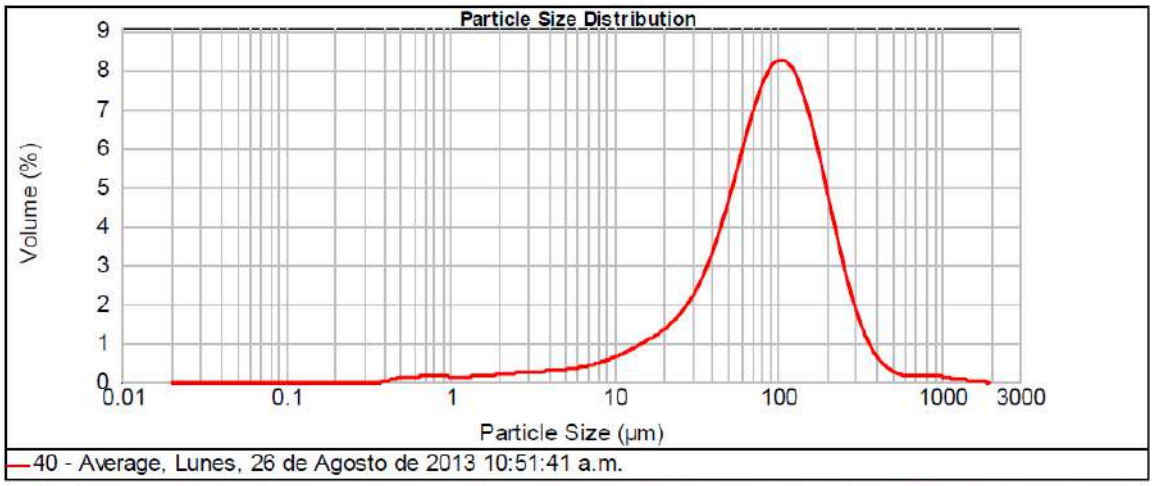
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.49
62.500	31.46
125.000	23.28
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.30
500.000	2.46
1000.000	0.59
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 40: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 2 a 6.4 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.70
1.000	0.67
2.000	1.03
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	1.58
7.800	3.23
15.600	7.06
31.300	

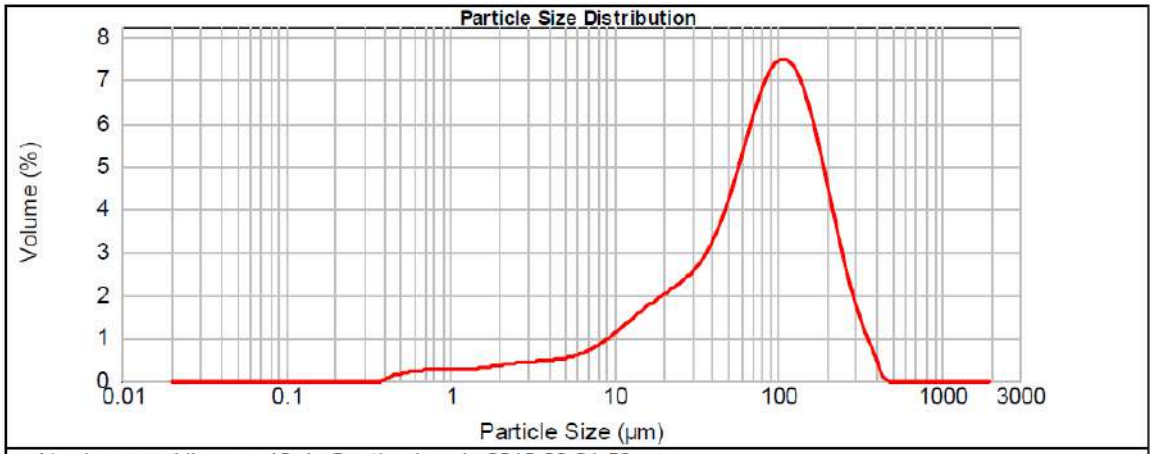
Size (µm)	Volume In %
31.300	18.06
62.500	34.76
125.000	26.10
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.79
500.000	0.80
1000.000	0.23
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 41: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 6.4 a 19.2 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.24
1.000	1.32
2.000	1.85
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.68
7.800	5.55
15.600	9.72
31.300	

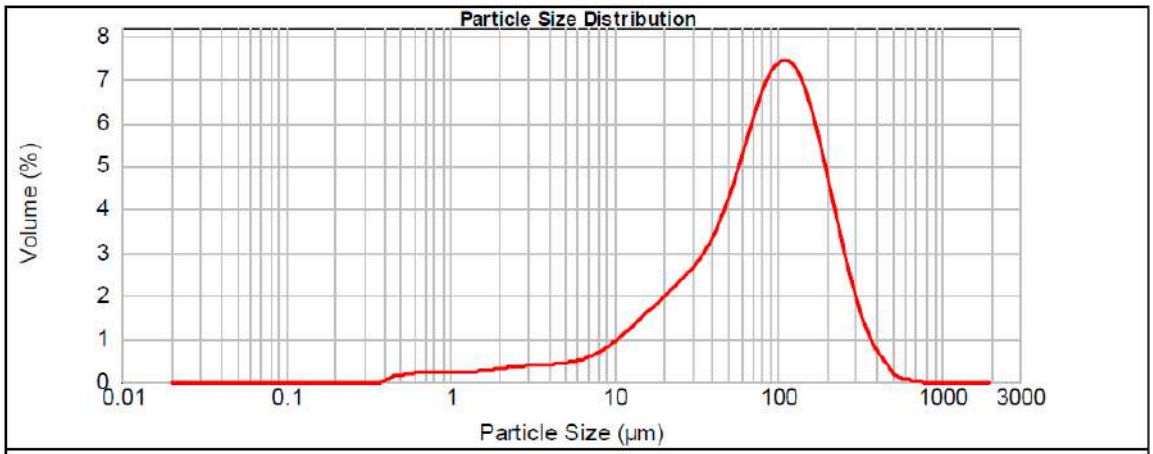
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.03
62.500	31.24
125.000	24.35
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.02
500.000	0.00
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 42: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción >19.2 mm de la muestra Nº 1 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.11
1.000	1.12
2.000	1.57
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.18
7.800	4.80
15.600	9.67
31.300	

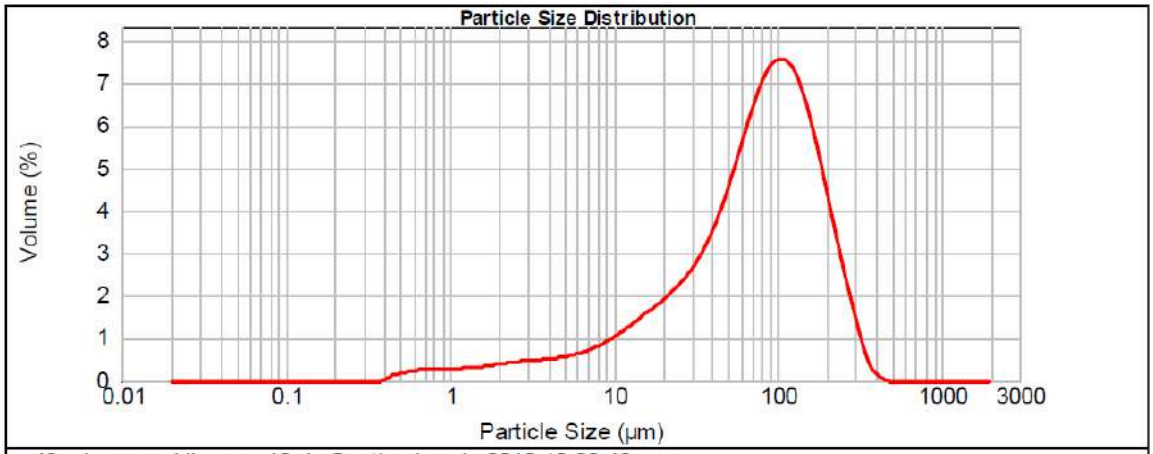
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.27
62.500	30.92
125.000	25.01
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.17
500.000	0.17
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

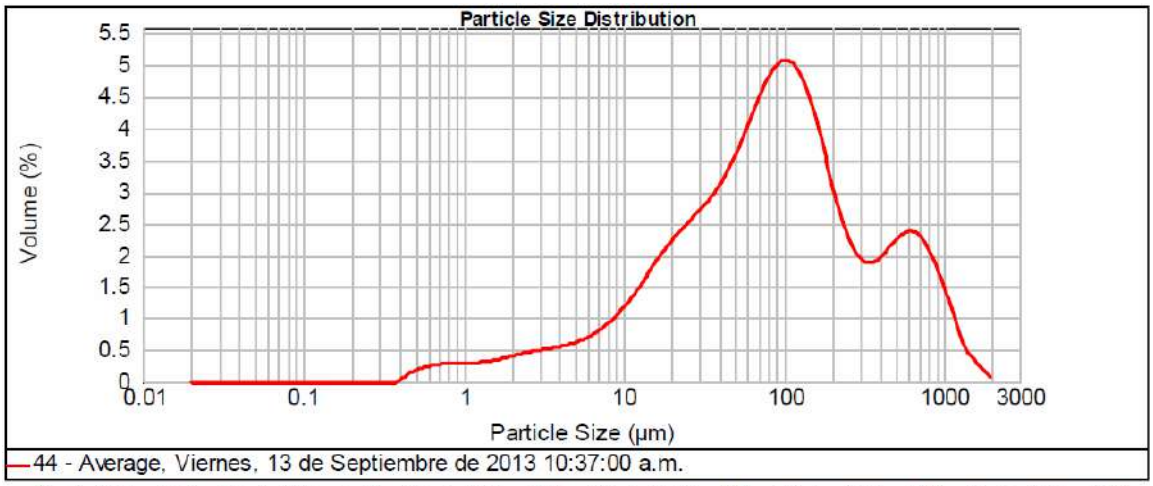
Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 43: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción < 0.42 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LV.*



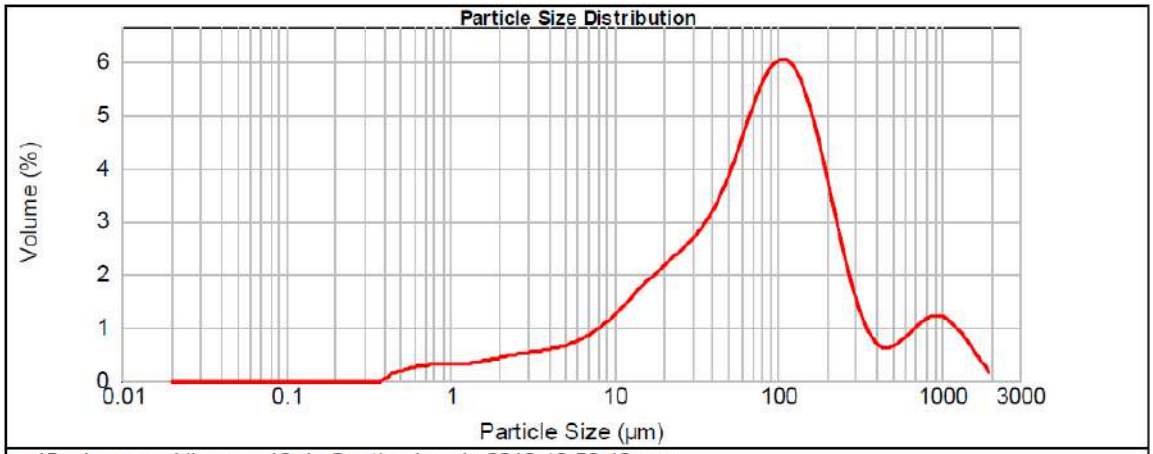
Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	1.34	3.900	2.79	31.300	18.32	250.000	3.79	2000.000			
1.000	1.45	7.800	5.18	62.500	31.95	500.000	0.00				
2.000	1.99	15.600	9.53	125.000	23.66	1000.000	0.00				
3.900		31.300		250.000		2000.000					

Gráfico N° 44: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.42 a 0.84 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	1.37	3.900	3.09	31.300	15.16	250.000	9.15	2000.000			
1.000	1.50	7.800	6.05	62.500	21.88	500.000	9.78				
2.000	2.10	15.600	10.59	125.000	16.64	1000.000	2.69				
3.900		31.300		250.000		2000.000					

Gráfico N° 45: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.84 a 2 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.44
1.000	1.60
2.000	2.25
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	3.29
7.800	6.19
15.600	10.41
31.300	

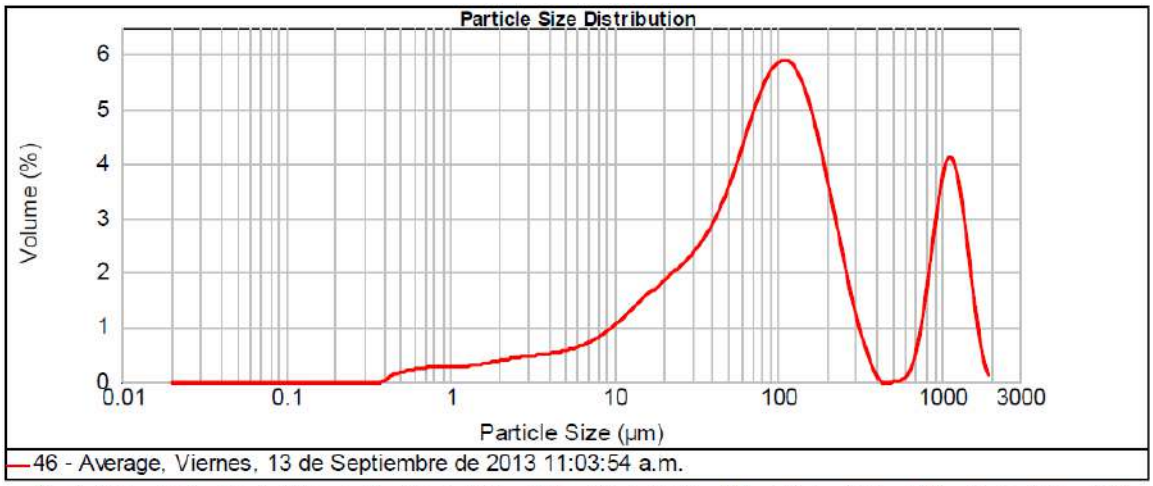
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.02
62.500	25.63
125.000	20.01
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.29
500.000	4.51
1000.000	3.36
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 46: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 2 a 6.4 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.27
1.000	1.42
2.000	1.98
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.79
7.800	5.17
15.600	8.98
31.300	

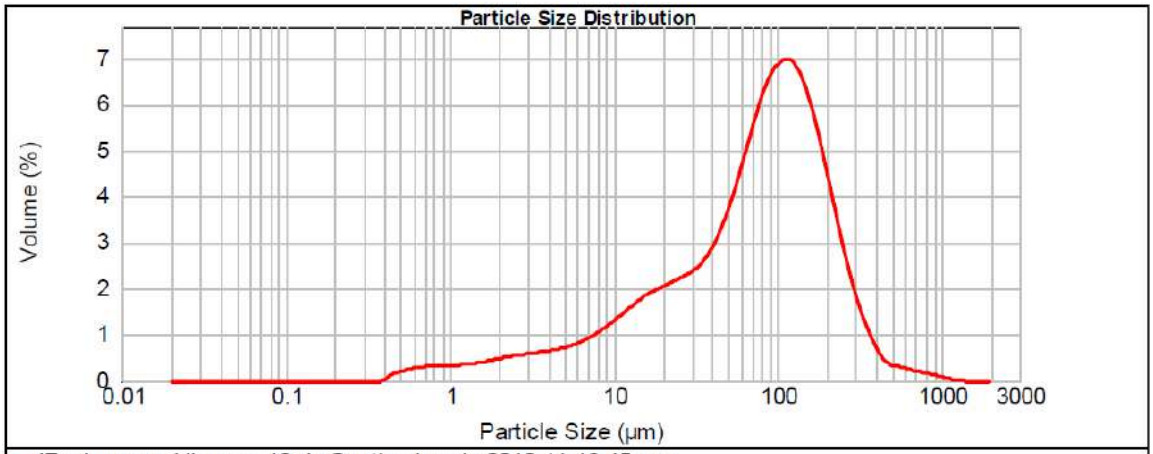
Size (µm)	Volume In %
31.300	14.69
62.500	24.70
125.000	19.54
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	3.27
500.000	5.25
1000.000	10.95
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 47: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 6.4 a 19.2 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.54
1.000	1.76
2.000	2.49
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	3.57
7.800	6.45
15.600	9.73
31.300	

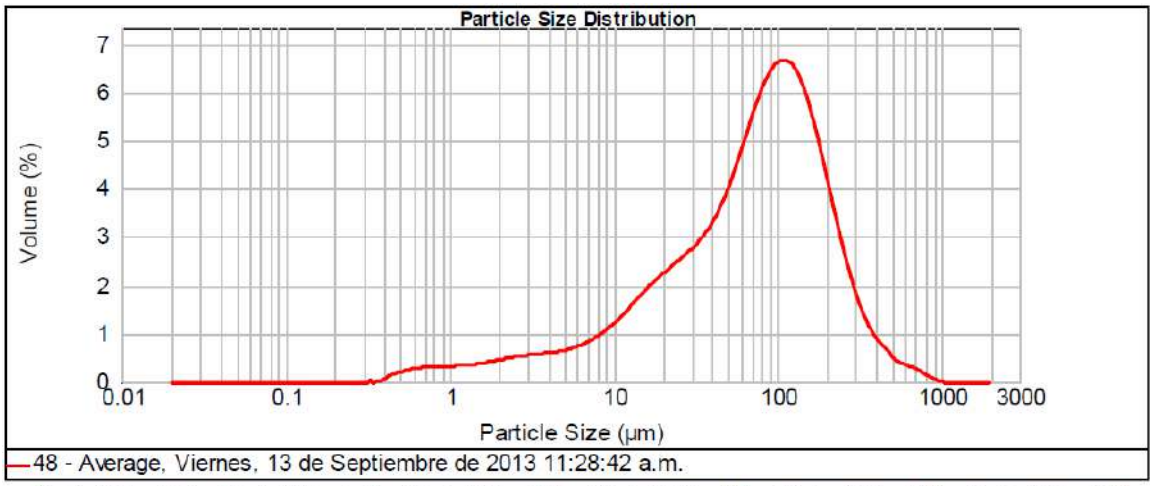
Size (µm)	Volume In %
31.300	15.25
62.500	28.70
125.000	23.61
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	5.88
500.000	0.97
1000.000	0.06
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 48: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción > 19.2 mm de la muestra Nº 2 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.54
1.000	1.68
2.000	2.34
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	3.24
7.800	6.19
15.600	10.83
31.300	

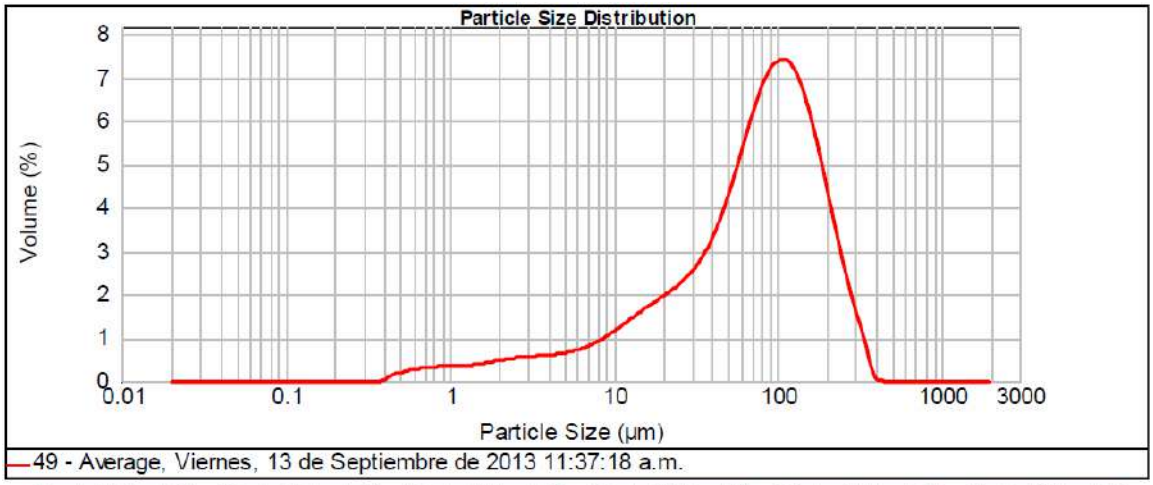
Size (µm)	Volume In %
31.300	16.73
62.500	27.98
125.000	22.13
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.25
500.000	1.08
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N°49: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción <0.42 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.51
1.000	1.74
2.000	2.36
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	3.16
7.800	5.68
15.600	9.54
31.300	

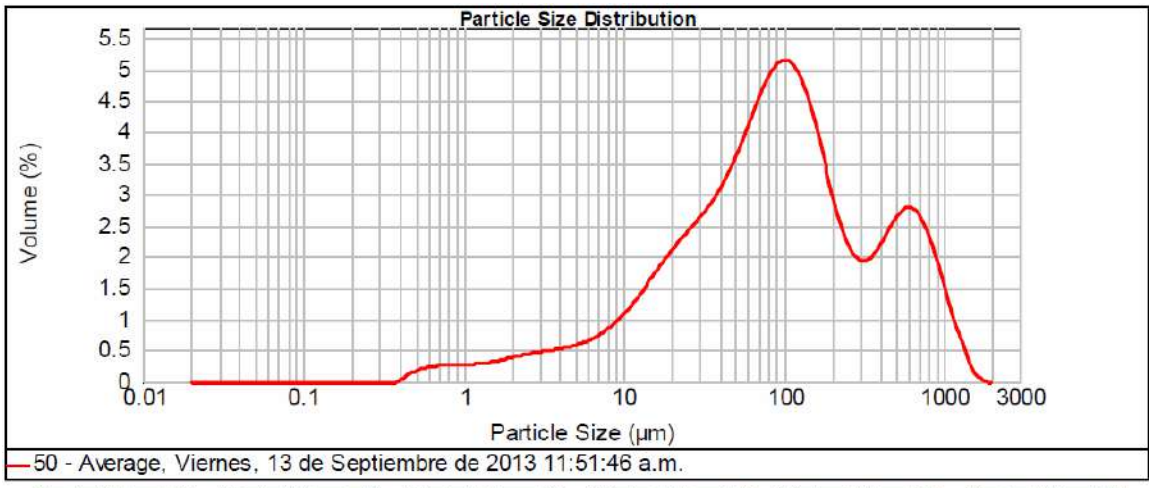
Size (µm)	Volume In %
31.300	17.26
62.500	31.11
125.000	23.59
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	4.05
500.000	0.00
1000.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 50: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 0.42 a 0.84 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.29
1.000	1.42
2.000	2.01
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.89
7.800	5.58
15.600	10.09
31.300	

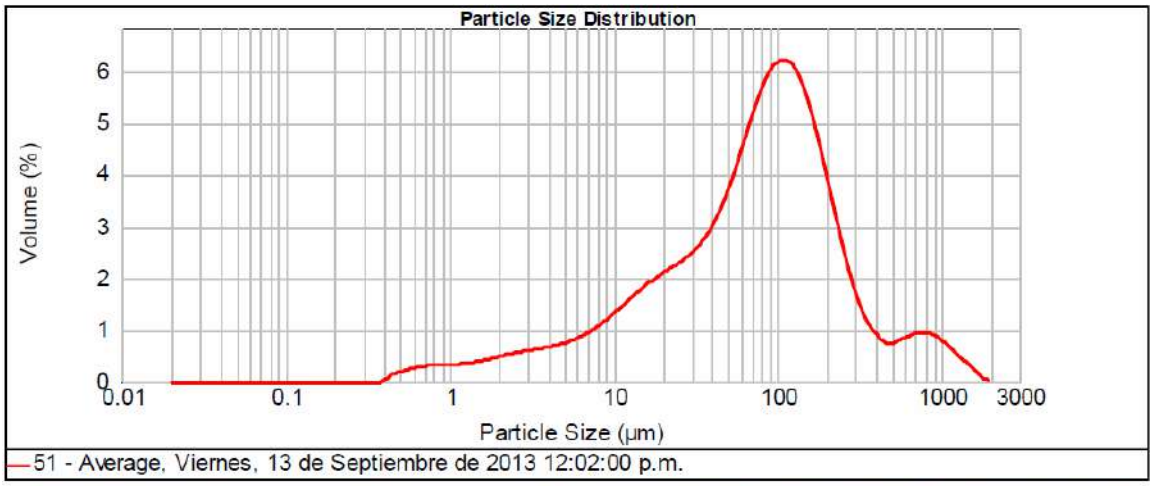
Size (µm)	Volume In %
31.300	15.11
62.500	22.18
125.000	16.29
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	9.69
500.000	11.17
1000.000	2.27
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 51: *Distribución de tamaño de partícula de la fracción 0.84 a 2 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.50
1.000	1.76
2.000	2.54
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	3.69
7.800	6.51
15.600	10.03
31.300	

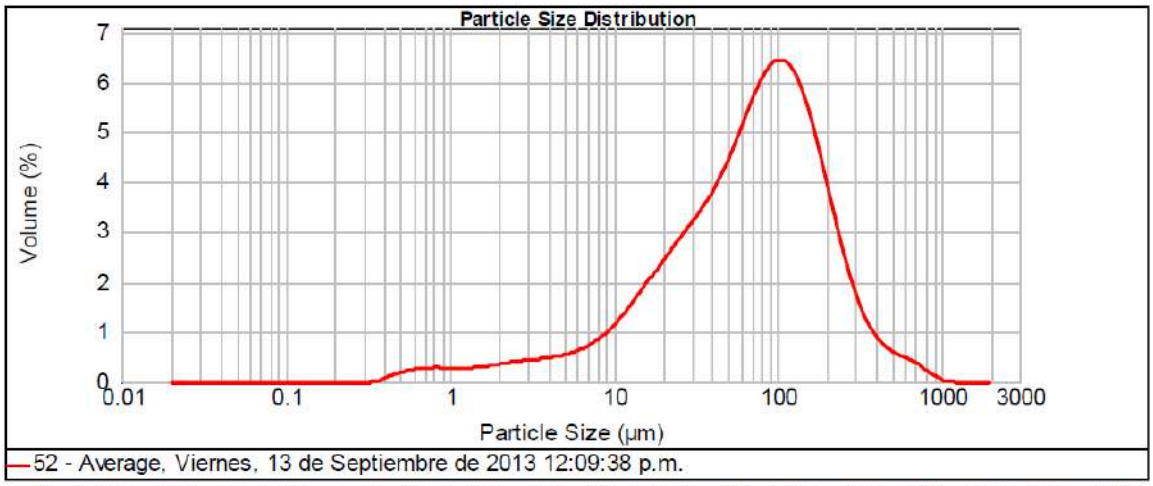
Size (µm)	Volume In %
31.300	15.40
62.500	26.13
125.000	20.69
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.04
500.000	4.00
1000.000	1.69
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

Size (µm)	Volume In %

Gráfico N° 52: *Distribución de tamaño de partícula de la fracción 2 a 6.4 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %
0.010	1.41
1.000	1.34
2.000	1.84
3.900	

Size (µm)	Volume In %
3.900	2.73
7.800	5.94
15.600	11.96
31.300	

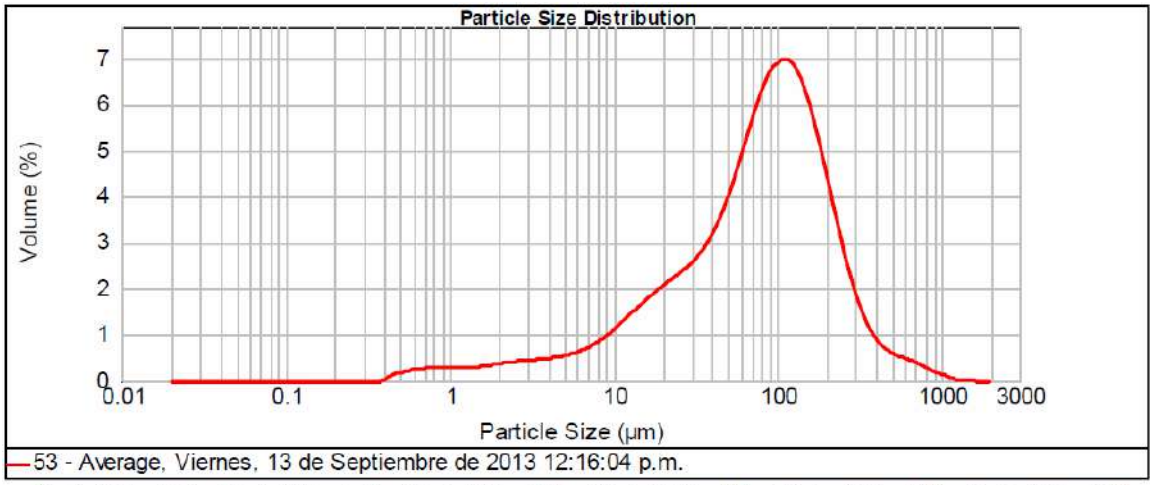
Size (µm)	Volume In %
31.300	18.69
62.500	27.63
125.000	20.81
250.000	

Size (µm)	Volume In %
250.000	6.08
500.000	1.54
1000.000	0.01
2000.000	

Size (µm)	Volume In %
2000.000	

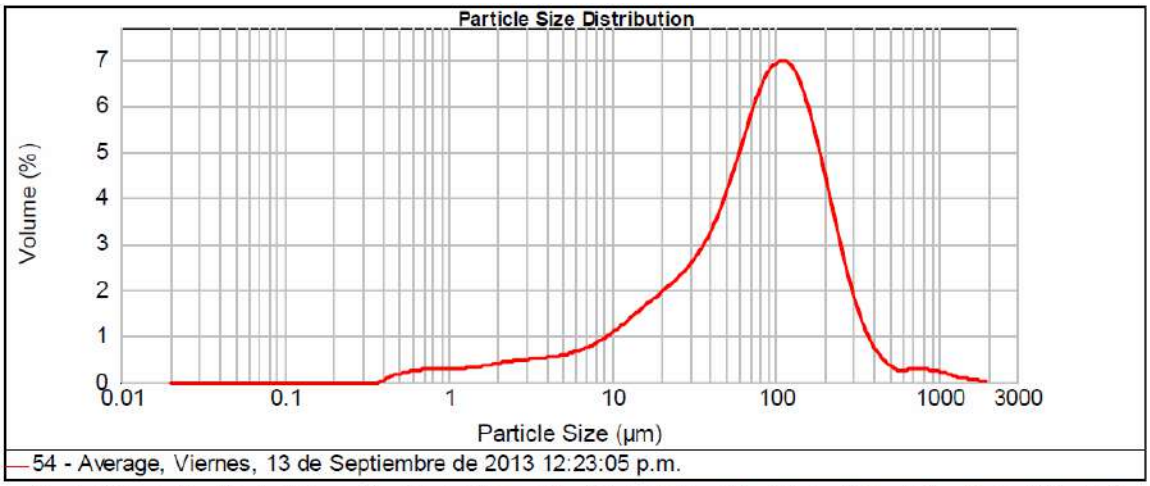
Size (µm)	Volume In %

Gráfico N°53: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción 6.4 a 19.2 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	1.34	3.900	2.74	31.300	16.46	250.000	6.40	2000.000			
1.000	1.39	7.800	5.67	62.500	29.09	500.000	1.68				
2.000	1.89	15.600	10.01	125.000	23.20	1000.000	0.13				
3.900		31.300		250.000		2000.000					

Gráfico N° 54: *Distribución de tamaño de partículas de la fracción > 19.2 mm de la muestra Nº 3 del sistema de LV.*



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	1.35	3.900	2.92	31.300	16.72	250.000	6.08	2000.000			
1.000	1.50	7.800	5.39	62.500	29.16	500.000	1.23				
2.000	2.09	15.600	9.57	125.000	23.53	1000.000	0.46				
3.900		31.300		250.000		2000.000					