



**MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS PARA CUMPLIR CON EL “PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE COMPROMISOS DE LA ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL MANZANILLO S.A. DE C.V. (API MANZANILLO) DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS ORDENADAS POR LA PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE (PROFEPA) EN LA RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NO. PFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110” PARA LOGRAR LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS: VALLE DE LAS GARZAS Y CUYUTLÁN, COLIMA.**

**SEDIMENTOS EN LA LAGUNA DEL VALLE DE LAS GARZAS Y  
PUERTO INTERIOR DE SAN PEDRITO.**

**INFORME ANUAL (AGOSTO 2019-JULIO 2020)**

Responsable: Marco Galicia Pérez

Elaboró: Marco Galicia Pérez

Revisó: Manuel Patiño Barragán



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

**Agosto 2020**

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	5
I.1. Antecedentes.....	6
I.2. Objetivo del programa.....	7
I.2.1. Objetivo General .....	7
II. INDICADORES AMBIENTALES Y METAS DEL PROGRAMA. ....	8
III. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS-METODOLOGÍA EMPLEADA.....	8
III.1 Área de estudio.....	8
III.2 Actividades en campo .....	10
III.3. Actividades en laboratorio.....	10
IV. RESULTADOS .....	16
IV.1. Materia orgánica.....	16
IV.2. Análisis granulométrico de sedimento. ....	28
V. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	42
VI. TENDENCIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL .....	60
VI.1. Sugerencias para Mejorar la Calidad Ambiental .....	61
VII. CONCLUSIONES .....	62
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio y estaciones de sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas. ....	9
Figura 2. Colecta de sedimento en la laguna del Valle de las Garzas en agosto 2019. ....	10
Figura 3. Secado de las muestras de sedimentos a temperatura ambiente. ....	11
Figura 4. Colocación de la muestra en la tamizadora y pesado del material retenido en los tamices. ....	12
Figura 5. Porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones (agosto, 2019). ....	17
Figura 6. Porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones (septiembre, 2019). ....	18
Figura 7. Porcentaje de materia orgánica en las 7 estaciones (octubre, 2019). ....	19
Figura 8. Porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones (noviembre, 2019). ....	20
Figura 9. Porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones (diciembre, 2019). ....	21
Figura 10. Porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones (enero, 2020). ....	22
Figura 11. Cantidad de materia orgánica en las 8 estaciones (febrero, 2020). ....	23
Figura 12. Cantidad de materia orgánica en las 9 estaciones (marzo, 2020). ....	24
Figura 13. Cantidad de materia orgánica en las 9 estaciones (abril, 2020). ....	25
Figura 14. Cantidad de materia orgánica en las 9 estaciones (mayo, 2020). ....	26
Figura 15. Cantidad de materia orgánica (%) en las 9 estaciones (junio, 2020). ....	27
Figura 16. Cantidad de materia orgánica (%) en las 9 estaciones (julio, 2020). ....	28
Figura 17. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (agosto 2019). ....	29
Figura 18. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (septiembre, 2019). ....	30
Figura 19. Distribución de las arenas en las 7 estaciones (octubre, 2019). ....	30
Figura 20. Distribución de las arenas en las 8 estaciones (noviembre, 2019). ....	31
Figura 21. Distribución de las arenas en las 8 estaciones (diciembre, 2019). ....	31
Figura 22. Distribución de las arenas en las 8 estaciones (enero, 2020). ....	32
Figura 23. Distribución de las arenas en las 8 estaciones (febrero, 2020). ....	32
Figura 24. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (marzo, 2020). ....	33
Figura 25. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (abril, 2020). ....	33
Figura 26. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (mayo, 2020). ....	34
Figura 27. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (junio, 2020). ....	34
Figura 28. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (julio, 2020). ....	35

Figura 29. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (agosto, 2020).....	36
Figura 30. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (septiembre, 2019). ..	36
Figura 31. Distribución de sedimentos finos en las 7 estaciones (octubre, 2019). .....	37
Figura 32. Distribución de sedimentos finos en las 8 estaciones (noviembre, 2019). ...	37
Figura 33. Distribución de sedimentos finos en las 8 estaciones (diciembre, 2019).....	38
Figura 34. Distribución de sedimentos finos en las 8 estaciones (enero, 2020).....	38
Figura 35. Distribución de sedimentos finos en las 8 estaciones (febrero, 2020).....	39
Figura 36. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (marzo, 2020). .....	39
Figura 37. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (abril, 2020). .....	40
Figura 38. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (mayo, 2020). .....	40
Figura 39. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (junio, 2020). .....	41
Figura 40. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (julio, 2020).....	41

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Coordenadas en UTM y geográficas de los sitios de muestreo en la Laguna del Valle de las Garzas. ....	9
Tabla 2.- Clasificación Modificada de Wentworth. ....	13
Tabla 3. Valores de los diámetros que pertenecen a la escala Udden-2.....	15
Tabla 4. Cálculos para determinar la materia orgánica (agosto 2019). .....	17
Tabla 5. Cálculos para determinar la materia orgánica (septiembre, 2019). .....	18
Tabla 6. Cálculos para determinar la materia orgánica (octubre, 2019). .....	19
Tabla 7. Cálculos para determinar la materia orgánica (noviembre, 2019). .....	20
Tabla 8. Cálculos para determinar la materia orgánica (diciembre, 2019). .....	21
Tabla 9. Cálculos para determinar la materia orgánica (enero, 2020).....	22
Tabla 10. Cantidad de materia orgánica en febrero, 2020. ....	23
Tabla 11. Cantidad de materia orgánica en marzo, 2020.....	24
Tabla 12. Cantidad de materia orgánica en abril, 2020. ....	25
Tabla 13. Cantidad de materia orgánica en mayo, 2020. ....	26
Tabla 14. Cantidad de materia orgánica en junio, 2020. ....	27
Tabla 15. Cantidad de materia orgánica en julio, 2020. ....	28

## I. INTRODUCCIÓN.

Las lagunas costeras, se definen geomorfológicamente como depresiones en la costa por debajo del promedio máximo de las mareas más altas, protegidas de la dinámica oceánica por algún tipo de barrera, permanente o temporal, natural o ingenieril, que puede ser de tipo físico, principalmente de arena y con comunicación con el mar adyacente o barrera tipo hidrodinámica por la presencia de agua dulce y agua de mar (Lancin y Carranza, 1976).

Dentro de las lagunas costeras, existen biotopos que se clasifican como humedales costeros en los cuales se agrupan numerosas comunidades que abarcan manglares, marismas, selvas, palmares inundables y tulares, entre otros. Esta gran variedad de composiciones y estructuras forman mosaicos a lo largo de gradientes microtopográficos, donde variaciones en salinidad e inundación resultan en composiciones ecosistémicas dinámicas y distintas con una variabilidad espaciotemporal, particular y compleja.

**La Laguna Valle de las Garzas**, fue dividida a consecuencia de la construcción de la carretera Manzanillo-Santiago y actualmente tiene una superficie de 207.00 has aproximadamente. Sin comunicación directa al mar, comunicada con la Laguna de San Pedrito (Puerto Interior) mediante una alcantarilla a través de los terraplenes de la carretera con medidas aproximadas de 8 metros de ancho, 1.5 de alto y 25 de largo, su vaso es utilizado en gran medida para el desalajo de aguas tratadas y negras del área urbana y suburbana, así como de las aguas pluviales, con las consecuencias de contaminación y peligro de ser una fuente de infecciones a la población.

Adicionalmente el agua de mar no puede ingresar a la Laguna del Valle de las Garzas y la circulación es muy restringida ya que no está sujeta a variaciones de nivel por efecto de la marea, dándose sólo el movimiento de las aguas cuando existen volúmenes de agua de lluvia apreciables que arriban al cuerpo de agua y son desalojados por el vertedor que se encuentra debajo de la vialidad Norte o carretera al Aeropuerto o por el efecto de los vientos.

Por lo ya descrito, es importante el estudio y seguimiento de la disponibilidad, distribución y explotación de sus recursos; con esta finalidad se planteó este estudio, para dar seguimiento a posibles cambios en el sistema lagunar de la Laguna del Valle de las Garzas, debido a los sedimentos que provienen de la cuenca del río Punta de Agua el cual se bifurca en los canales Salagua y Valle de las Garzas.

### **I.1. Antecedentes**

El origen de la Laguna de las Garzas se remonta a la época de construcción del Nuevo Puerto de Manzanillo en la Laguna de San Pedrito y de la vialidad que lo circunda y que va hacia la colonia las Brisas y la margen Oeste de la laguna.

Antes de la construcción del puerto, la Laguna de San Pedrito se comunicaba con el mar por medio de una boca, que en ocasiones se cerraba por el efecto del oleaje y el transporte litoral, cuando la boca se encontraba abierta la influencia del agua de mar solo llegaba un poco antes de la zona Norte, pero cuando la boca se cerraba las aguas continentales se acumulaban en el vaso, inundando la zona al Norte de la vialidad actual, la cual presenta un nivel del terreno del orden de 1.2 m sobre el nivel de bajamar media inferior. Lo anterior quiere decir que solo cuando la barra se encontraba cerrada la zona de la Laguna del Valle de las Garzas se veía inundada totalmente, ya que, al no poder fluir las aguas continentales hacia el mar, se acumulaban, funcionando la barra litoral como cortina de presa.

La Laguna del Valle de las Garzas es un cuerpo de agua muy somero, formado en forma artificial por el embalsamamiento de las aguas continentales que drenan hacia la Laguna de San Pedrito (Puerto Interior), provocado por la construcción de la vialidad Norte que se dirige hacia la Colonia de las Brisas.

Actualmente, el agua de mar no puede ingresar a la Laguna del Valle de las Garzas y la circulación es muy restringida ya que no está sujeta a variaciones de nivel por efecto de la marea, dándose sólo el movimiento de las aguas cuando existen volúmenes de agua de lluvia apreciables que arriban al cuerpo de agua y son desalojados por el vertedor

que se encuentra debajo de la vialidad Norte o carretera al Aeropuerto, o por el efecto de los vientos.

Como punto final hay que remarcar que a la Laguna del Valle de las Garzas llegan las aguas de la Planta de Tratamiento de Salagua, la cual no tiene la capacidad instalada para tratar todas la aguas que en un momento determinado pudieran llegar a la misma, debido a que los sistemas de aguas negras y pluviales no se encuentran separados, lo que implica que en temporada de lluvias, la planta se ve obligada a dejar pasar las aguas un poco crudas y éstas llegan a la Laguna del Valle de las Garzas en ocasiones con contaminación antropogénica. Esta laguna es la parte terminal de un área de montaña que recolecta agua de las precipitaciones pluviales, ya que a ella no llega ningún escurrimiento permanente. Esto significa que depende del temporal y de la descarga de aguas tratadas señalada para su llenado.

El asolvamiento continuo por la falta de drenaje de la laguna hacia el mar ha provocado que el fondo de la laguna sea más alto que el del Puerto Interior, creando con esto una deficiencia en el intercambio de agua marina. Esto implica que el nivel de la laguna del Valle de las Garzas este por arriba del nivel máximo de pleamar, es decir, que no es posible un aporte de agua debido a la marea al interior de la Laguna del Valle de las Garzas.

## **I.2. Objetivo del programa.**

### **I.2.1. Objetivo General**

Realizar mensualmente, a partir del mes de agosto 2019 a julio 2020, el análisis granulométrico a 9 muestras de sedimentos y analizar dicha información para determinar del medio de transporte, ambiente de sedimentación, mezcla de poblaciones, asimismo, registrar las variaciones mensuales de la composición del sedimento en las zonas de reforestación de mangle en la Laguna del Valle de las Garzas.

## II. INDICADORES AMBIENTALES Y METAS DEL PROGRAMA.

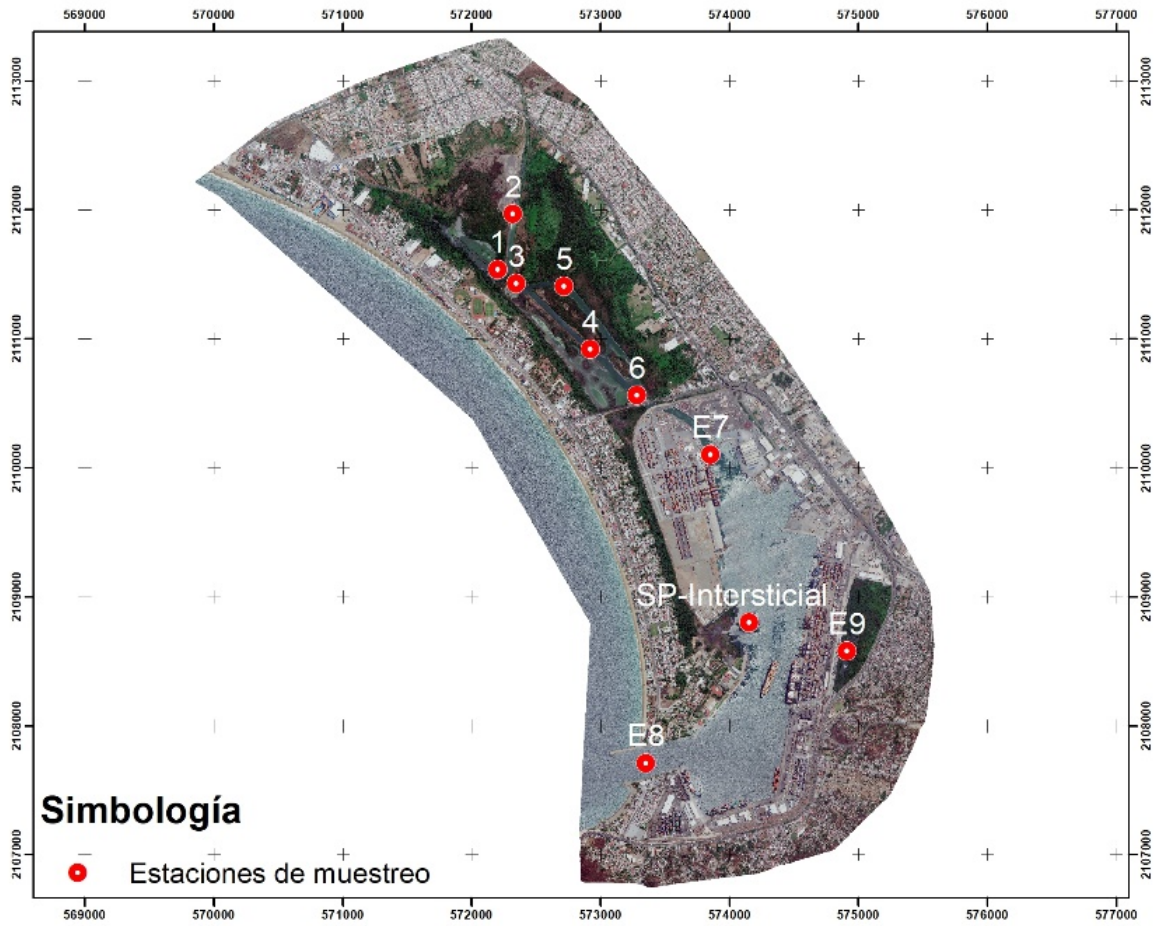
Los sedimentos forman parte de los factores abióticos y representan un indicador para el diagnóstico integral de la tendencia ambiental y que definirá las acciones de ajuste que resulten pertinentes con el propósito de mejorar el proceso de la restauración ambiental. La meta del programa se relaciona con la variabilidad espacial y temporal de los parámetros abióticos que deben mantener rangos óptimos, mostrar ciclicidad y una amplitud propia de un cuerpo lagunar tropical que permitan demostrar que derivado de la apertura del canal de comunicación entre el Puerto Interior de San Pedrito y la laguna del Valle de las Garzas, se han alcanzado condiciones de equilibrio dinámico.

## III. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS-METODOLOGÍA EMPLEADA.

### III.1 Área de estudio.

**La Laguna Valle de las Garzas, se localiza al Norte de la Laguna del Puerto Interior San Pedrito, se encuentra entre las coordenadas 19° 5'12.31" y 19° 6'14.80" Latitud Norte y 104°18'5.06" y 104°18'57.24" Longitud Oeste aproximadamente. Esta Laguna colinda al Norte con la comunidad de Salagua, al Este con la comunidad del Valle de las Garzas, al Oeste con la carretera costera Manzanillo-Cihuatlán y al Sur con el Puerto Interior de San Pedrito. Los muestreos se realizaron mensualmente a bordo de una lancha con motor fuera de borda en 9 estaciones a partir del mes de agosto de 2019 y se finalizó en julio de 2020, (**Figura 1** y **Tabla 1**).**





**Figura 1. Ubicación del área de estudio y estaciones de sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas.**

**Tabla 1. Coordenadas en UTM y geográficas de los sitios de muestreo en la Laguna del Valle de las Garzas.**

Punto	POINT_X	POINT_Y	Latitud	Longitud
E1	572204.0000	2111542.0000	19° 5' 44.00" N	104° 18' 48.94" O
E2	572323.0000	2111972.0000	19° 5' 57.97" N	104° 18' 44.81" O
E3	572347.0000	2111432.0000	19° 5' 40.40" N	104° 18' 44.07" O
E4	572920.0000	2110923.0000	19° 5' 23.77" N	104° 18' 24.53" O
E5	572719.0000	2111409.0000	19° 5' 39.61" N	104° 18' 31.34" O
E6	573284.0000	2110564.0000	19° 5' 12.04" N	104° 18' 12.12" O
E7	573855.9405	2110106.3298	19° 4' 57.08" N	104° 17' 52.61" O
E8	573352.5850	2107711.3649	19° 3' 39.23" N	104° 18' 10.16" O
E9	574911.5738	2108578.9077	19° 4' 07.25" N	104° 17' 16.70" O

### III.2 Actividades en campo

Durante los doce meses (agosto de 2019-julio de 2020), se realizó el muestreo de sedimentos en las 9 estaciones ubicadas en la zona de estudio. Primero se localizó y posicionó el punto de muestreo, después se realizó la colecta del sedimento con una draga tipo Van-Veen, posteriormente se colocó en una bolsa etiquetada. Estos pasos se repitieron en cada una de las estaciones de muestreo de sedimentos (**Figura 2**).



**Figura 2. Colecta de sedimento en la Laguna del Valle de las Garzas en agosto 2019.**

### III.3. Actividades en laboratorio

Una vez obtenidas las muestras se trasladaron al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad de Colima con el fin de realizar el análisis granulométrico y de pipeta.

Para el desarrollo de las técnicas correspondientes a este análisis fue necesario eliminar el exceso de agua de las muestras se colocaron en charolas de aluminio y posteriormente se dejaron secar a temperatura ambiente (**Figura 3**).



**Figura 3. Secado de las muestras de sedimentos a temperatura ambiente.**

Una vez colectadas las muestras de sedimento, primero se procedió a calcular la materia orgánica, se realizó la selección de 9 vasos de precipitado los cuales se lavaron con agua y jabón y por último se enjuagaron con agua destilada para eliminar todo tipo de contaminación. Inmediatamente, se colocaron en el horno durante un periodo de 24 horas. Al día siguiente se pusieron en los desecadores durante 4 h para evitar la humedad. Después de 4 h se pesaron en la balanza analítica y se seleccionó una porción de 100grs.

Una vez teniendo el peso del vaso y la muestra se les agregó agua destilada hasta 200 ml y se agitó durante un periodo de 15 min. Posteriormente, se drenó cada una de las muestras quitando la mayor cantidad de agua posible sin extraer sedimento. Después, se sacaron de los desecadores y a cada vaso de precipitado se le agregó 30 ml de peróxido de hidrógeno al 10% y se dejó reposar para que empezara a realizar la reacción de eliminación de la materia orgánica. A los dos días siguientes se extrajo el agua destilada y se colocaron en el horno durante 24 horas. Al día siguiente se colocaron en el desecador durante 4 horas. Después, se pesaron y se obtuvo el peso del vaso más la muestra. La diferencia de este peso con el peso inicial se obtiene el de materia orgánica.

Después de haber calculado la materia orgánica, se procedió a realizar el análisis granulométrico. Se observó que el material era sedimento fino por lo cual se decidió utilizar los tamices con malla #40, #60, #100, #200 y #230; que en número Phi equivale a: 1.25, 2, 2.75, 3.75 y 4, respectivamente. Se colocaron los tamices en la tamizadora durante un periodo de 15 min, una vez ya tamizado se empezó a pesar lo retenido en los tamices. Al retirar los tamices, se colocó hojas blancas sobre la mesa y se volteó cada tamiz para extraer la muestra retenida en la malla. Se utilizó una brocha para que no quede nada de muestra. Una vez retirada la muestra del tamiz se pesó en la báscula analítica para conocer el peso del material retenido, este paso se realizó en todas las mallas (**Figura 4**).

Por último, se hizo la suma de los pesos retenidos sacando el peso total de la muestra que fue colocada. Para la clasificación textural de los sedimentos se utilizó la propuesta por Shepard (1954), con los límites para la arena, limo y arcilla basados en la escala modificada de Wentworth (1922) (citados por Gutiérrez, 1987) (**Tabla 2**).

Después del análisis granulométrico se observó que todas cayeron en clasificación de arena mediana, después en arenas finas y el porcentaje mayor en limos- arcillas. Al ver que las muestras estaban compuestas mayormente de sedimento muy finos se procedió al análisis del pipeteo.



**Figura 4. Colocación de la muestra en la tamizadora y pesado del material retenido en los tamices.**

**Tabla 2.- Clasificación Modificada de Wentworth.**

	U. Wentworth (mm)	2 (mm)	4 (mm)	phi	tamiz
Bloque	1024,0000			-10,00	
	256,0000			-8,00	
Gujarro	128,0000			-7,00	
<b>G</b>	64,0000			-6,00	
<b>R</b>	32,0000			-5,00	
<b>A</b> Guija	16,0000			-4,00	
<b>V</b>	8,0000			-3,00	4
<b>A</b>	4,0000	4,00000	4,00000	-2,00	5
Sábulo o Gránulo		2,83000	2,83000	-1,75	6
			2,38000	-1,50	7
			2,00000	-1,25	8
	2,0000	2,00000	2,00000	-1,00	10
			1,68000	-0,75	12
Muy gruesa		1,41000	1,41000	-0,50	14
			1,19000	-0,25	16
	1,0000	1,00000	1,00000	0,00	18
			0,84000	0,25	20
Gruesa		0,70700	0,70700	0,50	25
<b>A</b>			0,59500	0,75	30
<b>R</b>	0,5000	0,50000	0,50000	1,00	35
<b>E</b>			0,42000	1,25	40
<b>N</b> Mediana		0,35400	0,35400	1,50	45
<b>A</b>			0,29700	1,75	50
	0,2500	0,25000	0,25000	2,00	60
			0,21000	2,25	70
Fina		0,17700	0,17700	2,50	80
			0,14900	2,75	100
	0,1250	0,12500	0,12500	3,00	120
			0,10500	3,25	140
Muy fina		0,08800	0,08800	3,50	170
			0,07400	3,75	200
	0,0625	0,06200	0,06200	4,00	230
			0,05300	4,25	
Grueso		0,04400	0,04400	4,50	
			0,03700	4,75	
	0,0313	0,03120	0,03120	5,00	
			0,02660	5,25	
<b>L</b> Mediano		0,02200	0,02200	5,50	
<b>I</b>			0,01880	5,75	
<b>M</b>	0,0156	0,01560	0,01560	6,00	
<b>O</b>			0,01330	6,25	
Fino		0,01100	0,01100	6,50	
			0,00940	6,75	
	0,0078	0,00780	0,00780	7,00	
			0,00660	7,25	
Muy fino		0,00550	0,00550	7,50	
			0,00470	7,75	
	0,0039	0,00390	0,00390	8,00	
			0,00330	8,25	
<b>A</b>		0,00276	0,00276	8,50	
<b>R</b>			0,00232	8,75	
<b>C</b>	0,0020	0,00195	0,00195	9,00	
<b>I</b>			0,00164	9,25	
<b>L</b>		0,00138	0,00138	9,50	
<b>L</b>			0,00116	9,75	
<b>A</b>	0,0010	0,00098	0,00098	10,00	
			0,00082	10,25	
		0,00069	0,00069	10,50	

## Método del pipeteo

Los diversos métodos se basan en la velocidad de asentamiento de las partículas en medio acuoso (ley de Stokes), considerando a éstas como esferas perfectas. Los principales métodos utilizados para el análisis son los siguientes: Pipeteo, sedígrafo, densimétrico y balanza de sedimentación. Cada uno de ellos presenta ventajas y desventajas sobre los otros, principalmente en tiempo de trabajo y precisión de los resultados. Aquí se describe el método de pipeteo (Krumbein, W. y F. Pettijohn, 1938), que es uno de los más ampliamente aceptados. Una vez que el material de tamaño inferior a  $62 \mu\text{m}$  ha sido recolectado en un recipiente apropiado (probeta de 1000 ml) se procede a la dispersión del mismo. Esto se realiza para evitar que las partículas estén unidas unas con otras.

La dispersión se hace añadiendo un electrolito (peptizante) en volumen y concentración conocidos. Son varios los métodos de dispersión, basados en distintos electrolitos. Los más comunes son los que se realizan con hexametáfosfato de sodio (solución Calgón). Se prepara con 40 g de hexametáfosfato de Na en 1 litro de agua destilada. Para la dispersión, se colocó en vaso de precipitado la muestra a usar con aproximadamente  $200 \text{ cm}^3$  de agua destilada; luego se agregó 25 ml de solución Calgón y se dejó reposar 24 h agitando periódicamente. Una vez finalizada la dispersión, el sedimento se encuentra en condiciones de ser analizado mediante el método de la prueba de pipeta.

Este método consiste en tomar sucesivamente una cantidad fija de suspensión por medio de una pipeta graduada y a una profundidad "h" determinada para cada extracción, al cabo de un tiempo t. Las partículas extraídas tendrán una velocidad de caída inferior o igual a  $h/t$ . El volumen del pipeteo (10 ml) debe ser despreciable con relación al volumen total, para evitar la mezcla con otros tamaños de partículas.

Los tiempos y las profundidades de extracción corresponden a valores experimentales de la ley de Stokes. La **Tabla 3** siguiente indica los principales valores (los diámetros pertenecen a la escala Udden-2 (Krumbein y Pettijohn, 1938)).

**Tabla 3. Valores de los diámetros que pertenecen a la escala Udden-2.**

Phi	mm	m $\mu$	Clasificación	h (cm)	hr	min	s
4	0.063	63	Limo grueso	20			58
4.5	-----	-----		20		1	56
5	0.0312	31.2	Limo medio	10		1	56
5.5	-----	-----		10		3	52
6	0.0156	15.6	Limo fino	10		7	42
6.5	-----	-----		10		15	
7	0.0078	7.8	Limo muy fino	10		31	
7.5	-----	-----		10	1	1	
8	0.0039	3.9	Arcilla	10	2	3	
8.5	-----	-----		10	4	5	
9	0.00195	1.95		10	8	10	
9.5	-----	-----		10	16	21	
10	0.00098	0.98		10	32	42	
10.5	-----	-----		5	32	42	
11	0.00049	0.49		5	64	25	

Se agitó la suspensión entre 1 a 2 min con agitador mecánico. Se tuvo cuidado de no producir proyecciones del líquido y material fuera de la probeta. En el preciso momento en que finalizó la agitación, la suspensión comenzó a sedimentar y se puso en marcha el cronómetro.

Después se introdujo la pipeta con su extremo tapado hasta la profundidad indicada, unos 10" antes de la extracción. Esto se realizó para evitar disturbar la suspensión en el momento de la extracción. Se realizó la extracción de 10 ml en el tiempo determinado y a la profundidad requerida. Posteriormente, se vertió el contenido de cada pipeteada en los recipientes utilizados (cajas petri), ya previamente limpio, tarado y rotulado. Los recipientes se colocaron en el horno a temperatura no mayor de 40-60°C (a > de 100°C se afectan a los minerales de arcillas).

Una vez secas, las cajas petri fueron depositadas en un desecador hasta peso constante, para evitar la hidratación de las muestras.

Para calcular el peso del material correspondiente a cada intervalo se procedió de la siguiente forma:

Se tomó el peso de la muestra descontando el peso de la cápsula. A este peso se le restó el peso del Calgón:

1000 ml de agua ----- 40 g de Calgón

25 ml de agua ----- 1 g

500 ml de dispersión ----- 1 g de calgón

10 ml de dispersión ----- 0,02 g

Por lo tanto:

Peso del material = peso de material de cápsula - 0,02 g (en 10 ml), para obtener la cantidad de material de cada tamaño en los 500 ml.

Los pesos obtenidos corresponden a los tamaños determinados para cada tiempo de extracción.

#### IV. RESULTADOS

Enseguida se presentan los resultados de materia orgánica y del análisis granulométrico del mes de agosto 2019 a julio 2020.

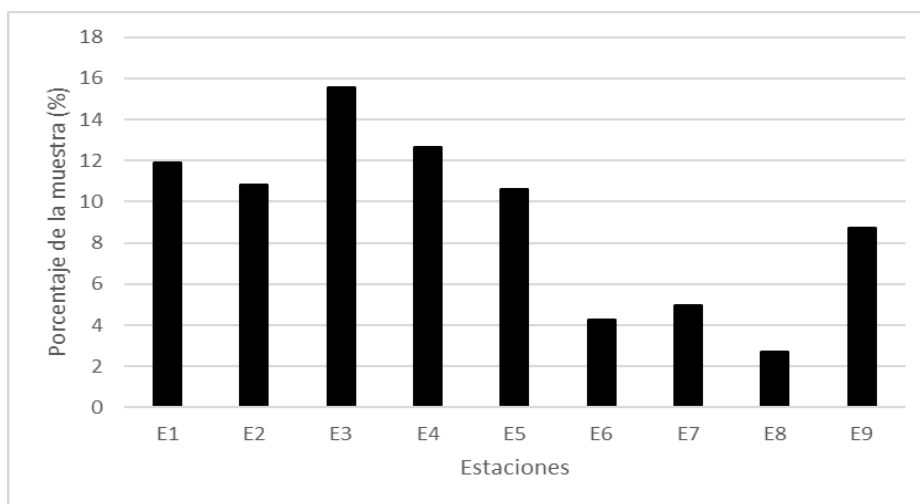
##### IV.1. Materia orgánica.

La **Tabla 4** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 5** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones obtenidas en agosto 2019.



**Tabla 4. Cálculos para determinar la materia orgánica (agosto 2019).**

Estación	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	Total de MO (gr)	Materia Orgánica (%)
E1	96.58	84.67	11.91	12.33
E2	94.04	83.22	10.82	11.51
E3	96.8	81.24	15.56	15.93
E4	96.71	84.04	12.67	13.09
E5	96.55	85.92	10.63	11.01
E6	96.89	92.62	4.27	4.40
E7	100	95.02	4.98	4.97
E8	99.82	97.12	2.70	2.70
E9	97.47	88.73	8.74	8.97

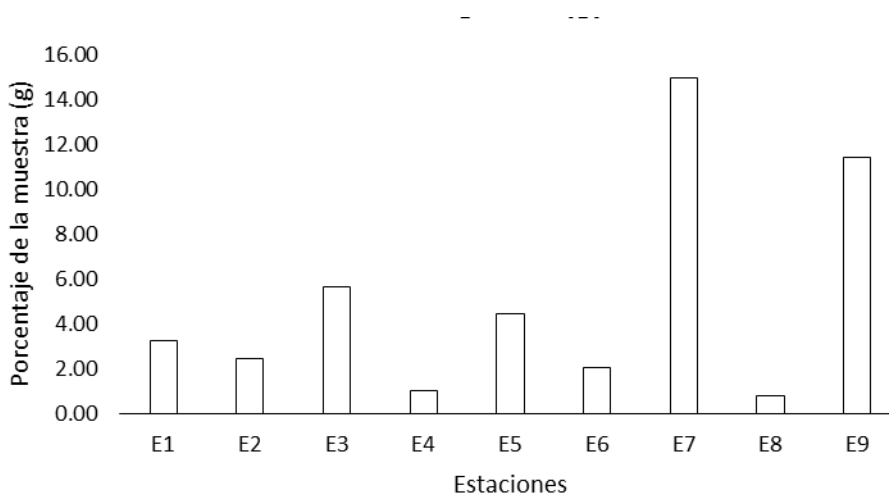


**Figura 5. Porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones (agosto, 2019).**

La **Tabla 5** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 6** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones obtenidas en septiembre 2019.

**Tabla 5. Cálculos para determinar la materia orgánica (septiembre, 2019).**

Estación	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	Total de MO (gr)	Materia Orgánica (%)
E1	50.04	46.76	3.28	6.55
E2	50.04	47.59	2.45	4.89
E3	50.16	44.53	5.63	11.22
E4	48.14	47.14	1.00	2.07
E5	50.00	45.54	4.46	8.91
E6	48.59	46.52	2.07	4.25
E7	91.11	76.16	14.95	16.41
E8	49.89	49.07	0.82	1.64
E9	99.99	88.59	11.40	11.40



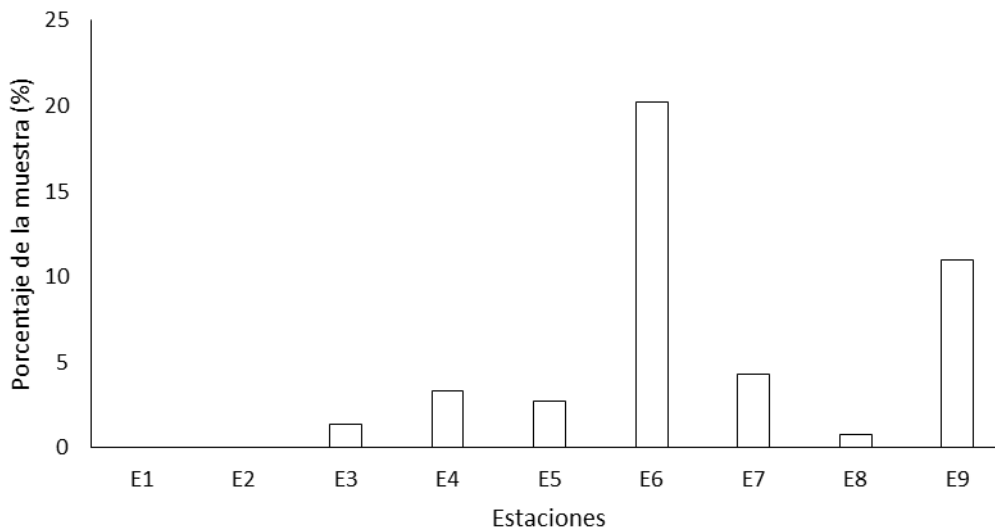
**Figura 6. Porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones (septiembre, 2019).**

La **Tabla 6** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 7** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 7 estaciones obtenidas en octubre 2019. Señalando que las estaciones E1 y E2 no se muestrearon debido al azolve de los sitios.

**Tabla 6. Cálculos para determinar la materia orgánica (octubre, 2019).**

Estación	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	Total de MO (gr)	Total MO (%)
E1	NA	NA	NA	NA
E2	NA	NA	NA	NA
E3	98.13	96.73	1.39	1.42
E4	99.04	95.72	3.32	3.35
E5	98.00	95.26	2.74	2.79
E6	50.00	29.75	20.26	40.51
E7	48.19	43.86	4.33	8.98
E8	49.93	49.16	0.78	1.55
E9	97.53	86.57	10.96	11.23

NA = No aplica. No hubo muestra.



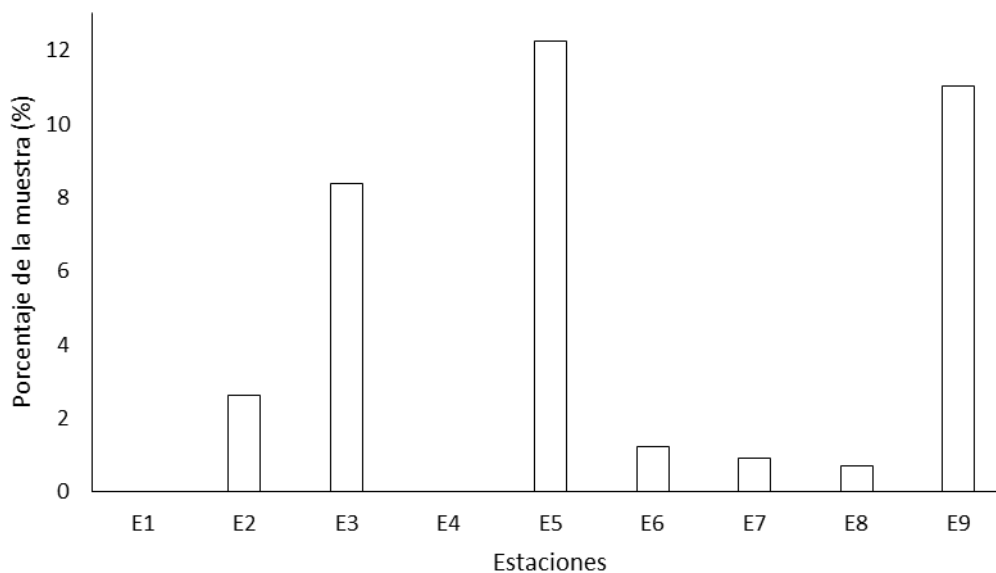
**Figura 7. Porcentaje de materia orgánica en las 7 estaciones (octubre, 2019).**

La **Tabla 7** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 8** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones obtenidas en noviembre 2019. Indicando que la E1 no fue posible muestrearla por azolve del sitio.

**Tabla 7. Cálculos para determinar la materia orgánica (noviembre, 2019).**

Estación	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	Total de MO (gr)	Total MO (%)
E1	NA	NA	NA	NA
E2	100.0000	97.3874	2.61	2.61
E3	100.0060	91.6354	8.37	8.37
E4	100.0010	95.0404	4.96	4.96
E5	100.0041	87.7656	12.23	12.23
E6	48.3753	47.1505	1.22	2.53
E7	49.3960	48.4810	0.91	1.85
E8	49.8688	49.1565	0.71	1.42
E9	100.0060	88.9678	11.03	11.03

NA = No aplica. No hubo muestra.



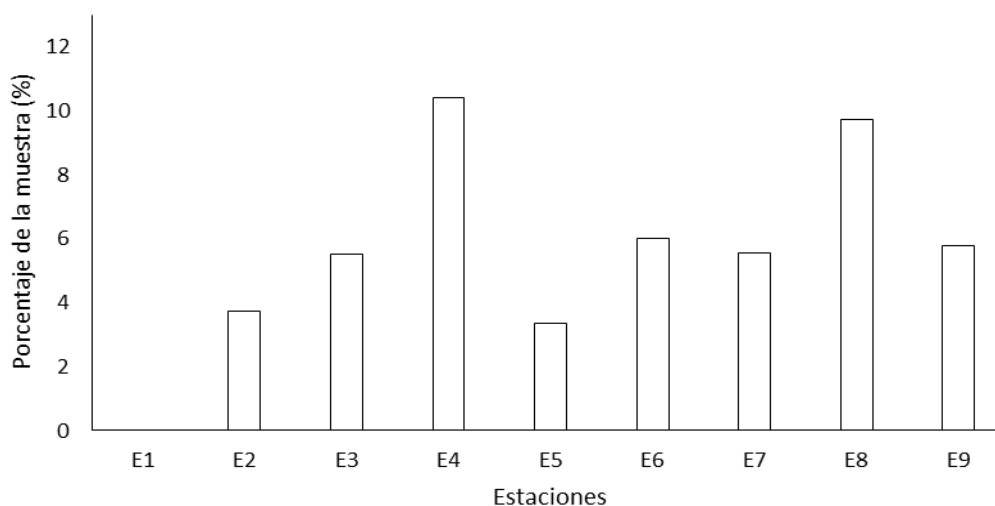
**Figura 8. Porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones (noviembre, 2019).**

La **Tabla 8** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 9** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones obtenidas en diciembre 2019. Indicando que la E1 no fue posible muestrearla por azolve del sitio.

**Tabla 8. Cálculos para determinar la materia orgánica (diciembre, 2019).**

Estaciones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total MO (g)	Total MO (%)
E1	NA	NA	NA	NA
E2	91.1494	87.4270	3.72	4.08
E3	97.44	91.9126	5.52	5.67
E4	95.91	85.5045	10.40	10.84
E5	98.411	95.0530	3.35	3.41
E6	96.618	90.6070	6.01	6.22
E7	97.084	91.5303	5.55	5.72
E8	99.8105	90.0810	9.72	9.74
E9	96.8345	91.0619	5.77	5.96

NA = No aplica. No hubo muestra.



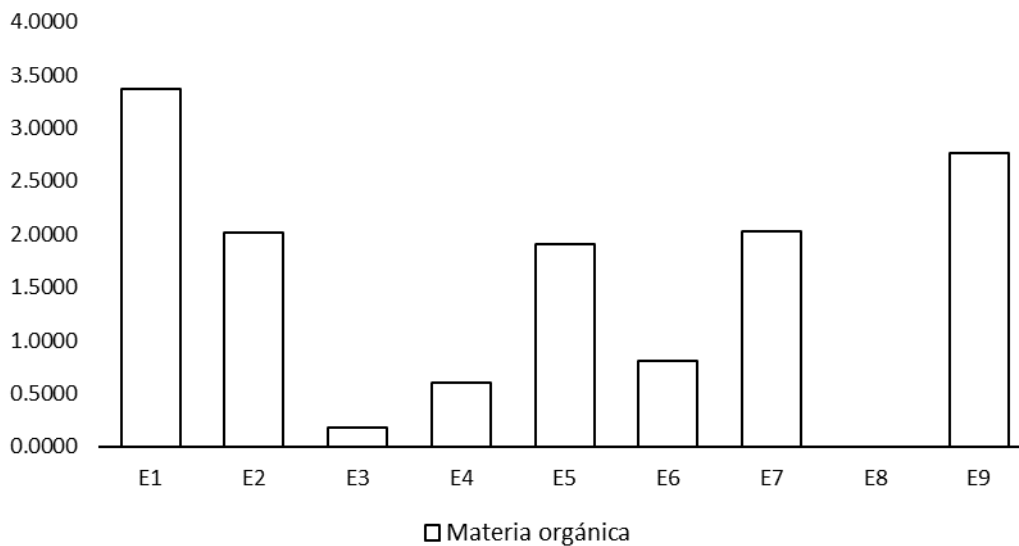
**Figura 9. Porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones (diciembre, 2019).**

La **Tabla 9** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 10** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones obtenidas en enero 2020. Indicando que la E8 no fue posible muestrearla por problemas logísticos.

**Tabla 9. Cálculos para determinar la materia orgánica (enero, 2020).**

Estaciones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total MO (g)	Total MO (%)
E1	97.0653	93.7009	3.3644	3.46
E2	95.0178	93.0053	2.0125	2.11
E3	92.3528	92.1710	0.18	0.19
E4	95.2033	94.6047	0.60	0.63
E5	93.1270	91.2230	1.90	2.04
E6	95.1821	94.3714	0.81	0.85
E7	92.7948	90.7678	2.03	2.18
E8	-	-	NA	NO
E9	48.1017	45.3432	2.7585	5.73

NA = No aplica. No hubo muestra.



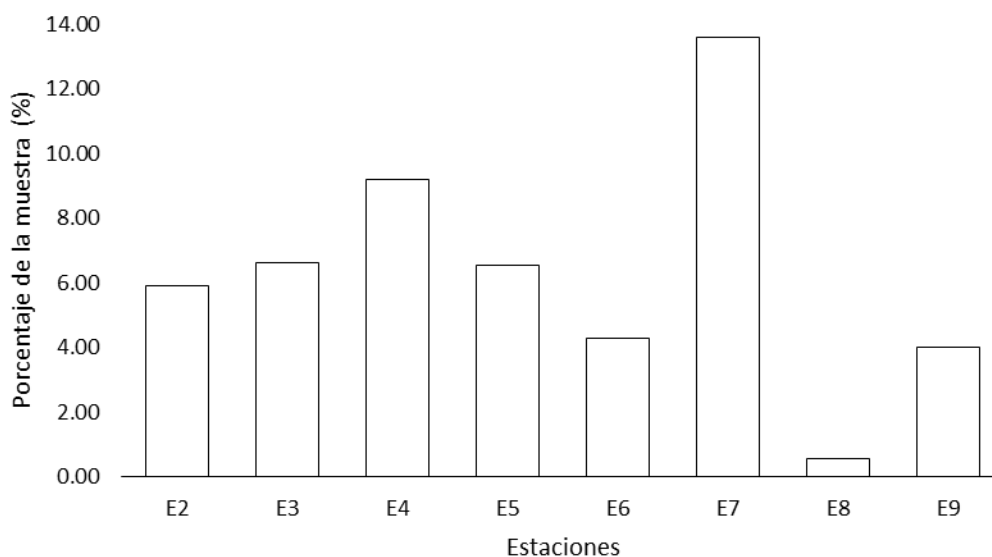
**Figura 10. Porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones (enero, 2020).**

La **Tabla 10** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 11** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 8 estaciones obtenidas en febrero 2020. Indicando que la E1 no fue posible muestrearla por problemas de azolve.

**Tabla 10. Cantidad de materia orgánica en febrero, 2020.**

Estaciones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total MO (g)	Total MO (%)
E1	-	-	NA	NA
E2	100.01	94.07	5.93	6.30
E3	100.01	93.37	6.64	7.11
E4	100.00	90.79	9.21	10.14
E5	100.01	93.45	6.56	7.01
E6	48.68	45.22	3.46	7.65
E7	100.00	86.39	13.61	15.75
E8	50.00	49.43	0.57	1.15
E9	47.89	43.69	4.20	9.61

NA = No aplica. No hubo muestra.

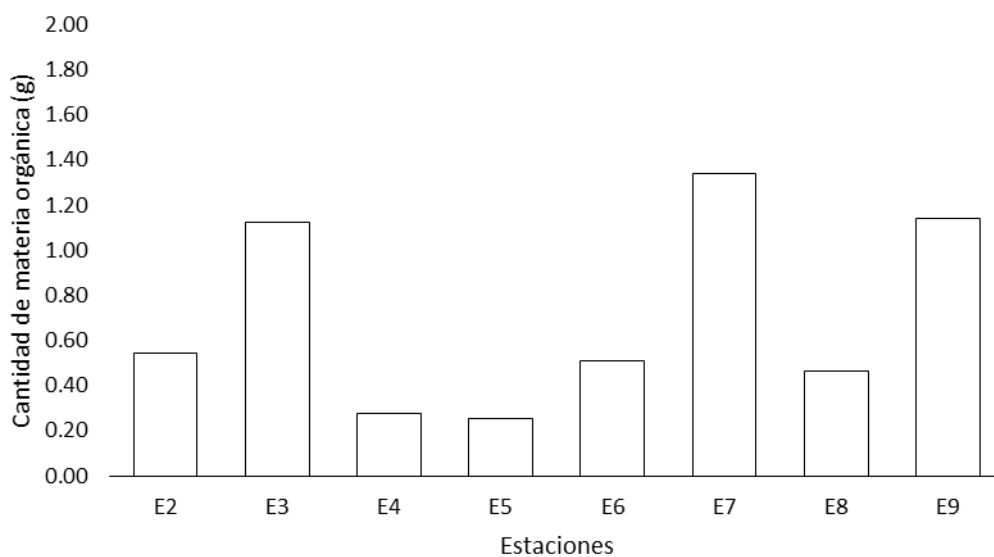


**Figura 11. Cantidad de materia orgánica en las 8 estaciones (febrero, 2020).**

La **Tabla 11** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 12** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones obtenidas en marzo 2020.

**Tabla 11. Cantidad de materia orgánica en marzo, 2020.**

Estaciones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total MO (g)	Total MO (%)
E1	98.6023	98.1611	0.44	0.44
E2	97.5833	97.0386	0.54	0.55
E3	98.2829	97.1596	1.12	1.13
E4	49.3290	49.0525	0.28	0.56
E5	48.6191	48.3638	0.26	0.53
E6	48.7424	48.2306	0.51	1.04
E7	49.0797	47.7384	1.34	2.73
E8	49.8685	49.4075	0.46	0.92
E9	45.9328	44.7900	1.14	2.48



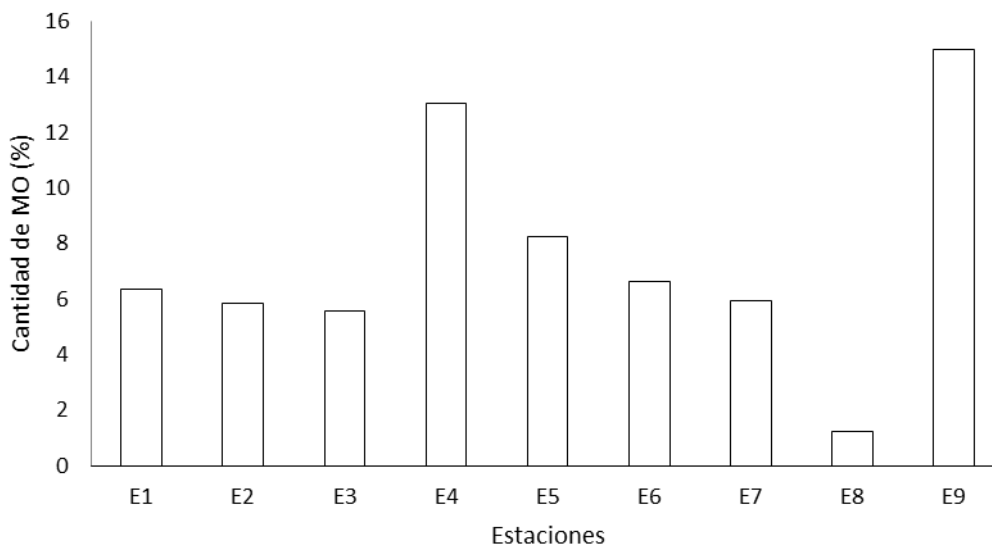
**Figura 12. Cantidad de materia orgánica en las 9 estaciones (marzo, 2020).**

La **Tabla 12** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 13** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones obtenidas en abril 2020.



**Tabla 12. Cantidad de materia orgánica en abril, 2020.**

Estaciones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total MO (g)	M. O. (%)
E1	49.4454	46.3043	3.1411	6.35
E2	49.5752	46.6779	2.90	5.84
E3	49.5848	46.8314	2.75	5.55
E4	48.8242	42.4553	6.37	13.04
E5	49.7608	45.6521	4.11	8.26
E6	49.5586	46.2768	3.28	6.62
E7	49.7402	46.7936	2.95	5.92
E8	49.9830	49.3813	0.60	1.20
E9	48.8070	41.4843	7.32	15.00

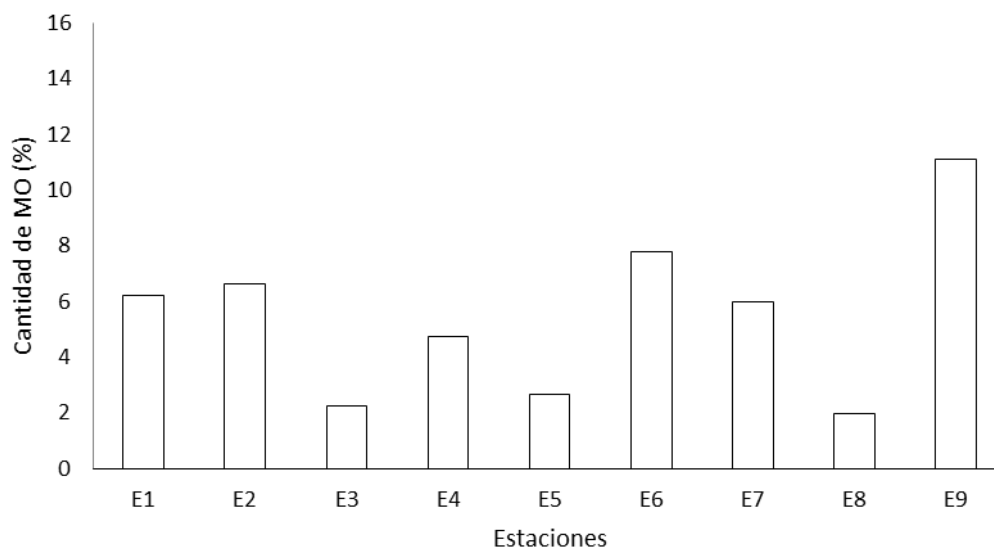


**Figura 13. Cantidad de materia orgánica en las 9 estaciones (abril, 2020).**

La **Tabla 13** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 14** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones obtenidas en mayo 2020.

**Tabla 13. Cantidad de materia orgánica en mayo, 2020.**

Estaciones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total MO (g)	M. O. (%)
E1	49.5890	46.4985	3.0905	6.23
E2	49.6147	46.3294	3.29	6.62
E3	49.0220	47.9223	1.10	2.24
E4	48.9546	46.6358	2.32	4.74
E5	49.3040	47.9993	1.30	2.65
E6	48.8683	45.0610	3.81	7.79
E7	49.5064	46.5563	2.95	5.96
E8	49.8735	48.8883	0.99	1.98
E9	48.7468	43.3244	5.42	11.12

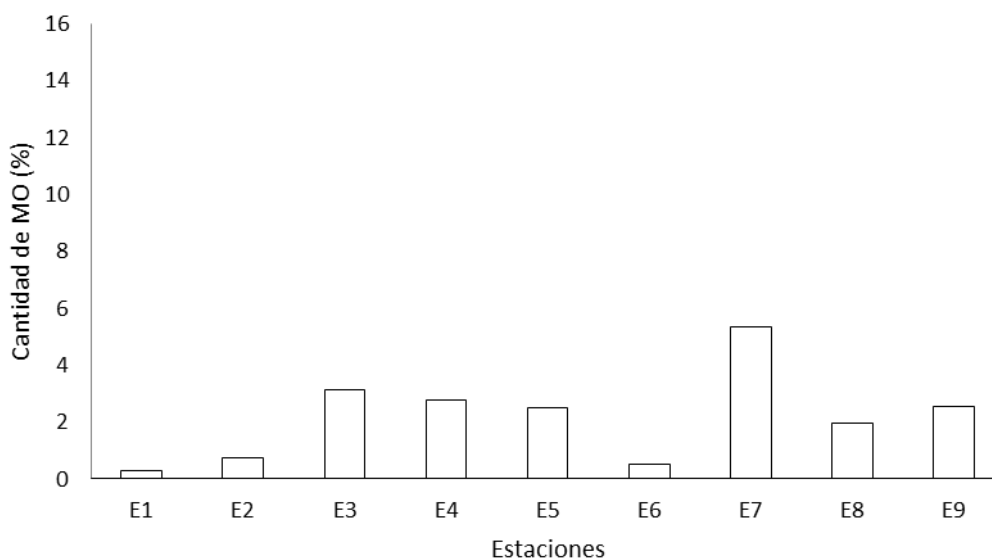


**Figura 14. Cantidad de materia orgánica en las 9 estaciones (mayo, 2020).**

La **Tabla 14** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 15** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones obtenidas en junio 2020.

**Tabla 14. Cantidad de materia orgánica en junio, 2020.**

Estaciones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total MO (g)	M. O. (%)
E1	50.0002	49.8474	0.1528	0.31
E2	50.0031	49.6204	0.38	0.77
E3	50.0020	48.4368	1.57	3.13
E4	50.0048	48.6165	1.39	2.78
E5	50.0023	48.7487	1.25	2.51
E6	50.0009	49.7413	0.26	0.52
E7	50.0016	47.3215	2.68	5.36
E8	50.0020	49.0131	0.99	1.98
E9	50.0007	48.7298	1.27	2.54

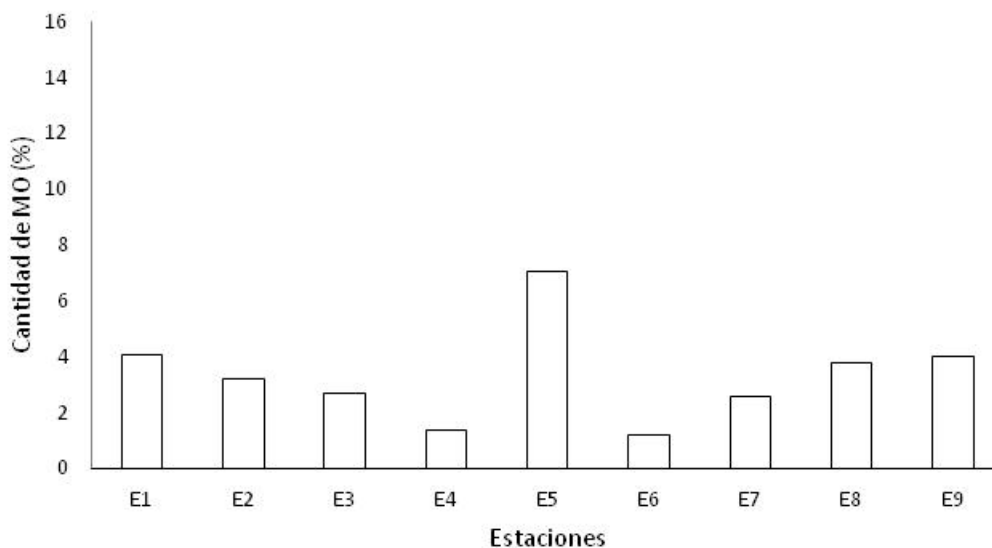


**Figura 15. Cantidad de materia orgánica (%) en las 9 estaciones (junio, 2020).**

La **Tabla 15** muestra los cálculos que se obtuvieron para determinar la materia orgánica y la **Figura 16** muestra el porcentaje de materia orgánica en las 9 estaciones obtenidas en julio 2020.

**Tabla 15. Cantidad de materia orgánica en julio, 2020.**

Estaciones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total MO (g)	M. O. (%)
E1	100.0053	95.9654	4.0399	4.04
E2	100.0017	96.8214	3.18	3.18
E3	100.0028	97.3342	2.67	2.67
E4	100.0003	98.6512	1.35	1.35
E5	50.0007	46.4765	3.52	7.05
E6	100.0001	98.8143	1.19	1.19
E7	99.9998	97.4198	2.58	2.58
E8	50.0020	48.1001	1.90	3.80
E9	50.0007	47.9928	2.01	4.02



**Figura 16. Cantidad de materia orgánica (%) en las 9 estaciones (julio, 2020).**

#### **IV.2. Análisis granulométrico de sedimento.**

Enseguida, se muestran los resultados obtenidos en el análisis granulométrico de las 9 muestras de sedimento obtenidas en la Laguna del Valle de las Garzas de agosto 2019 a julio 2020 (**Figura 17 a la 28**).

Es importante aclarar que las tablas correspondientes de cada muestra y cada mes se encuentran en los informes mensuales que se han entregado a la Administración Portuaria Integral (API-Manzanillo).

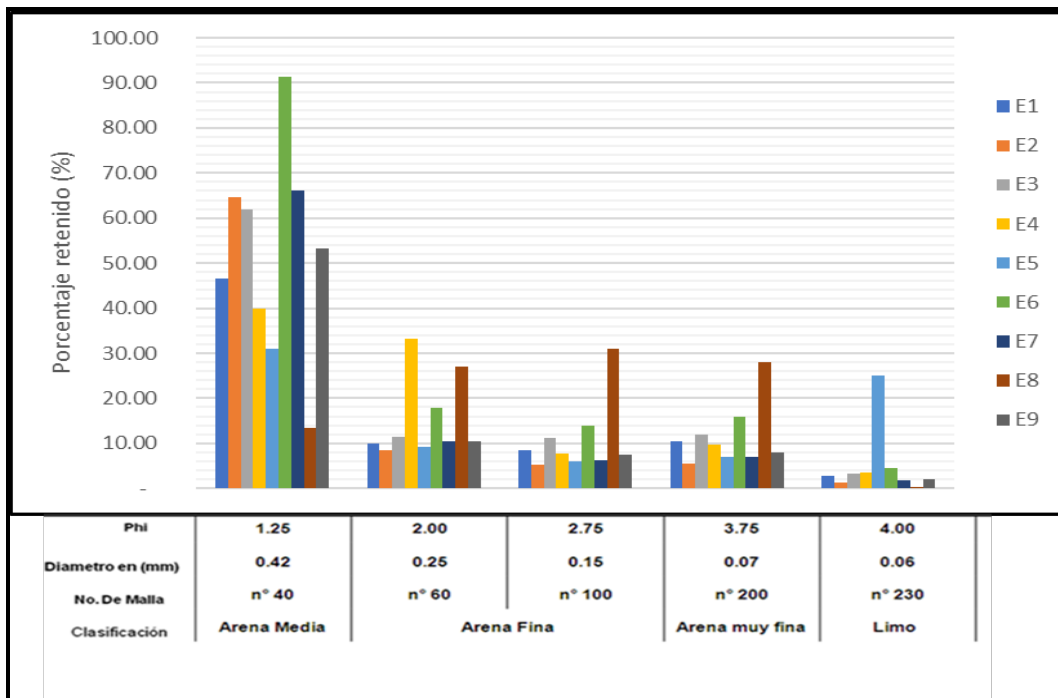


Figura 17. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (agosto 2019).

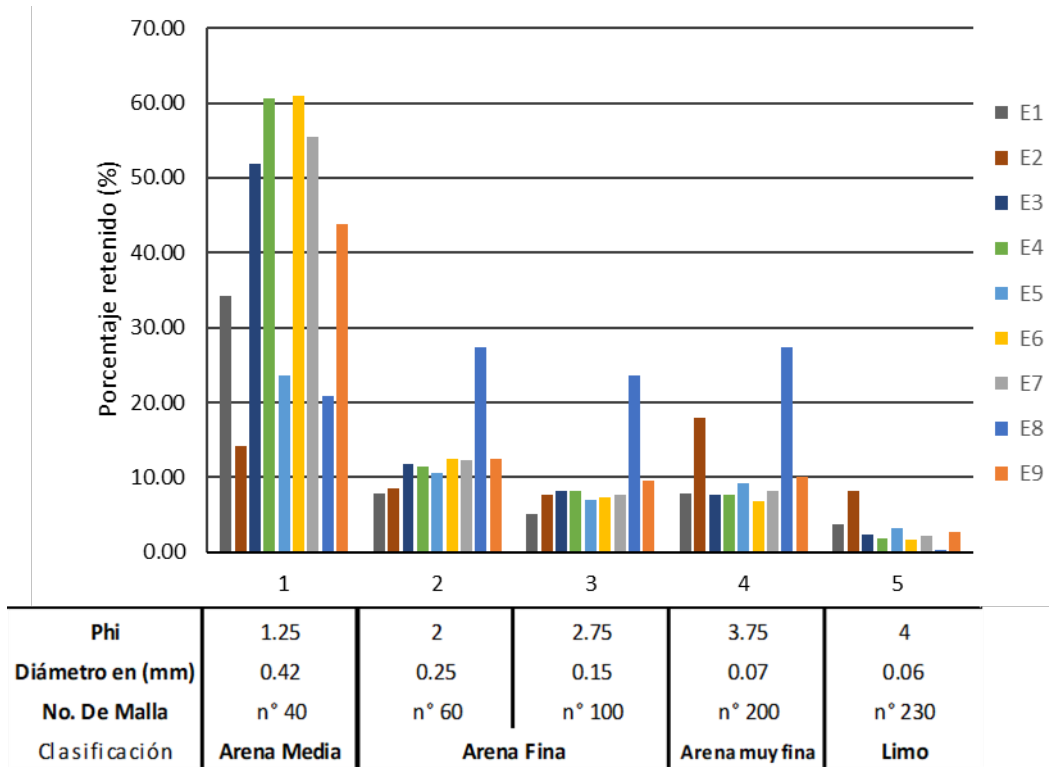


Figura 18. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (septiembre, 2019).

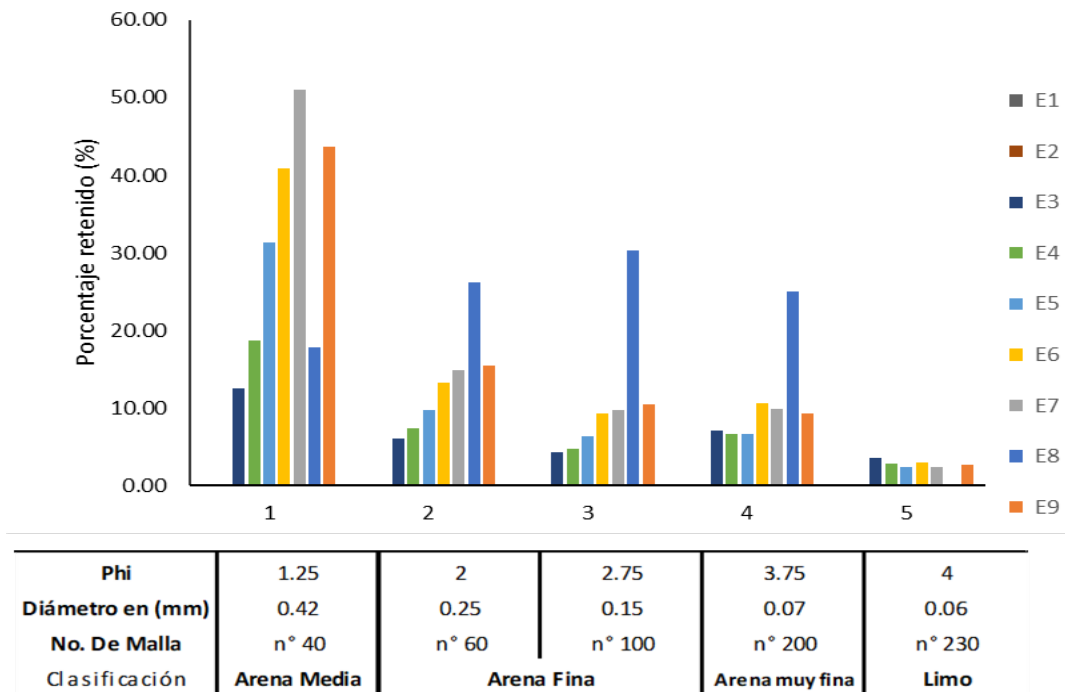
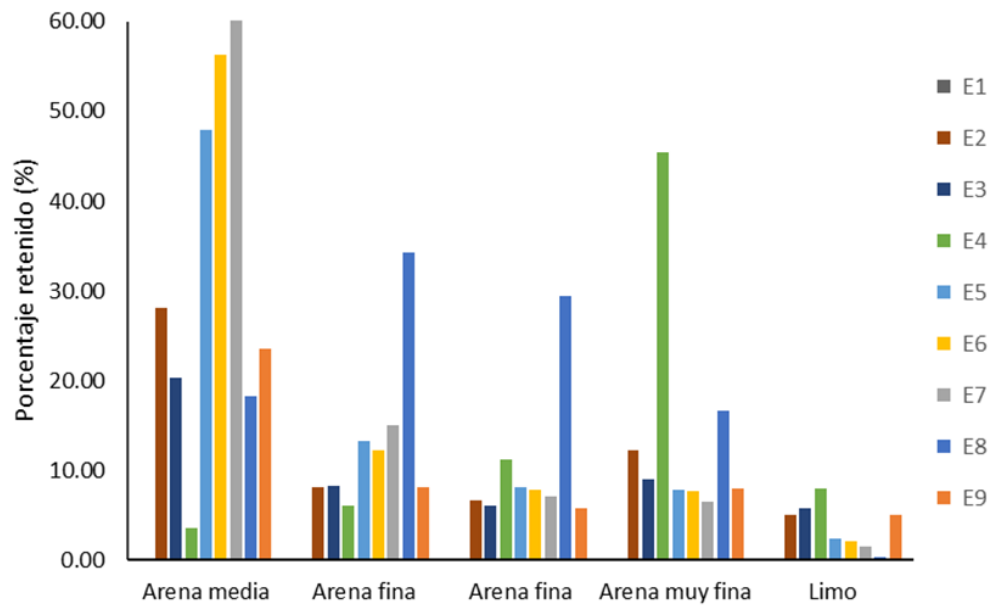
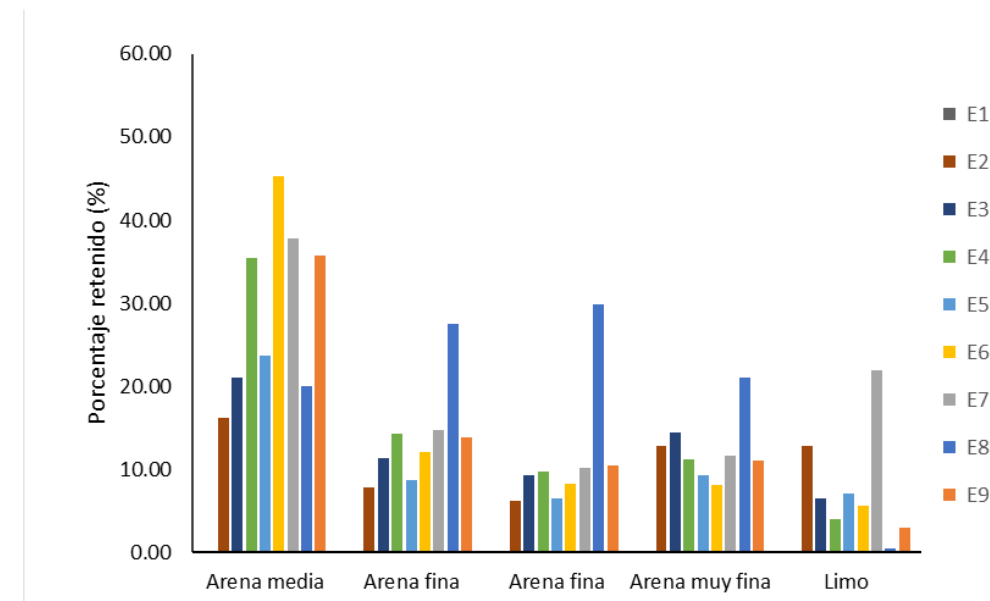


Figura 19. Distribución de las arenas en las 7 estaciones (octubre, 2019).



Phi	1.25	2	2.75	3.75	4
Diámetro en (mm)	0.42	0.25	0.15	0.07	0.06
No. De Malla	n° 40	n° 60	n° 100	n° 200	n° 230
Clasificación	Arena Media	Arena Fina		Arena muy fina	Limo

Figura 20. Distribución de las arenas en las 8 estaciones (noviembre, 2019).



Phi	1.25	2	2.75	3.75	4
Diámetro en (mm)	0.42	0.25	0.15	0.07	0.06
No. De Malla	n° 40	n° 60	n° 100	n° 200	n° 230
Clasificación	Arena Media	Arena Fina		Arena muy fina	Limo

Figura 21. Distribución de las arenas en las 8 estaciones (diciembre, 2019).

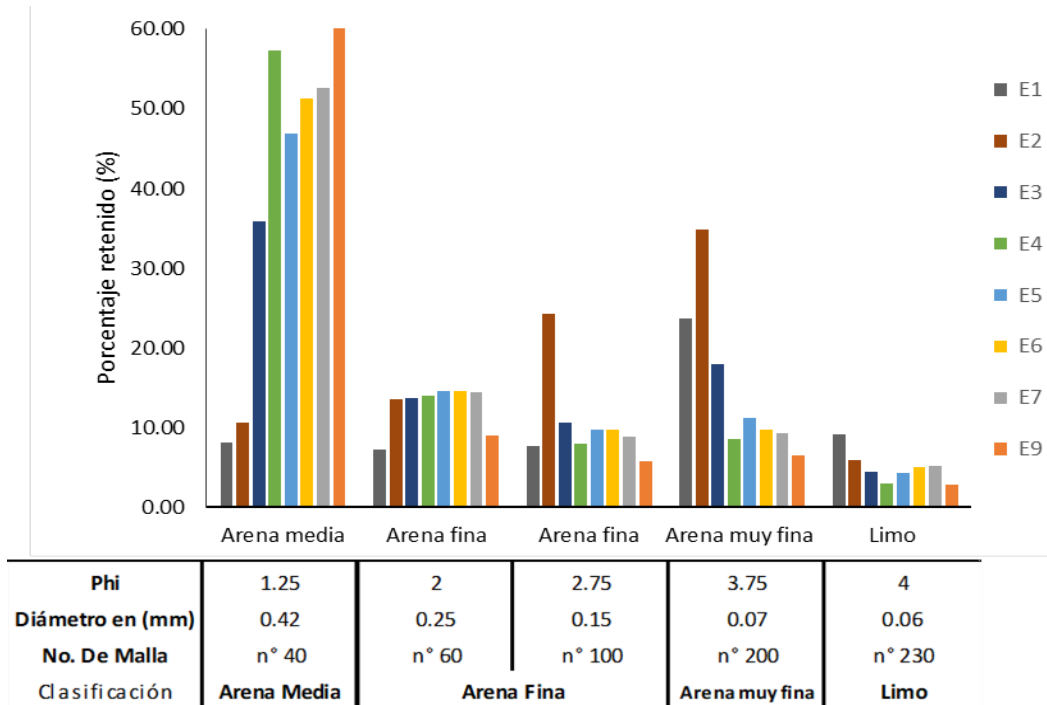


Figura 22. Distribución de las arenas en las 8 estaciones (enero, 2020).

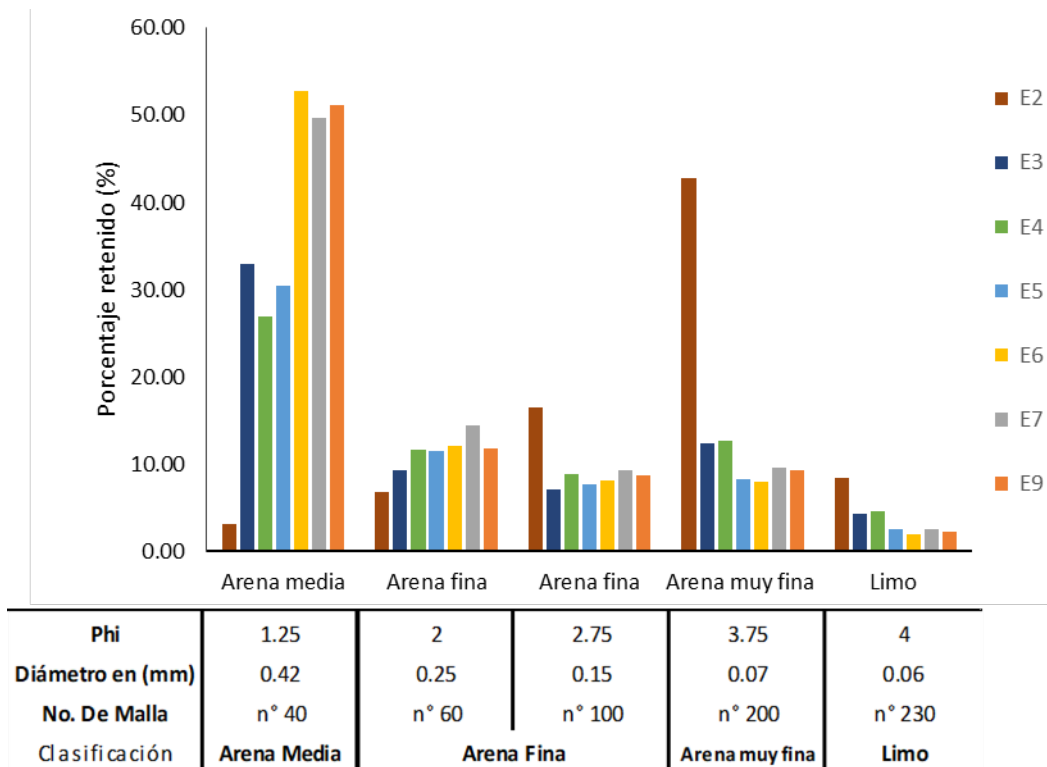


Figura 23. Distribución de las arenas en las 8 estaciones (febrero, 2020).



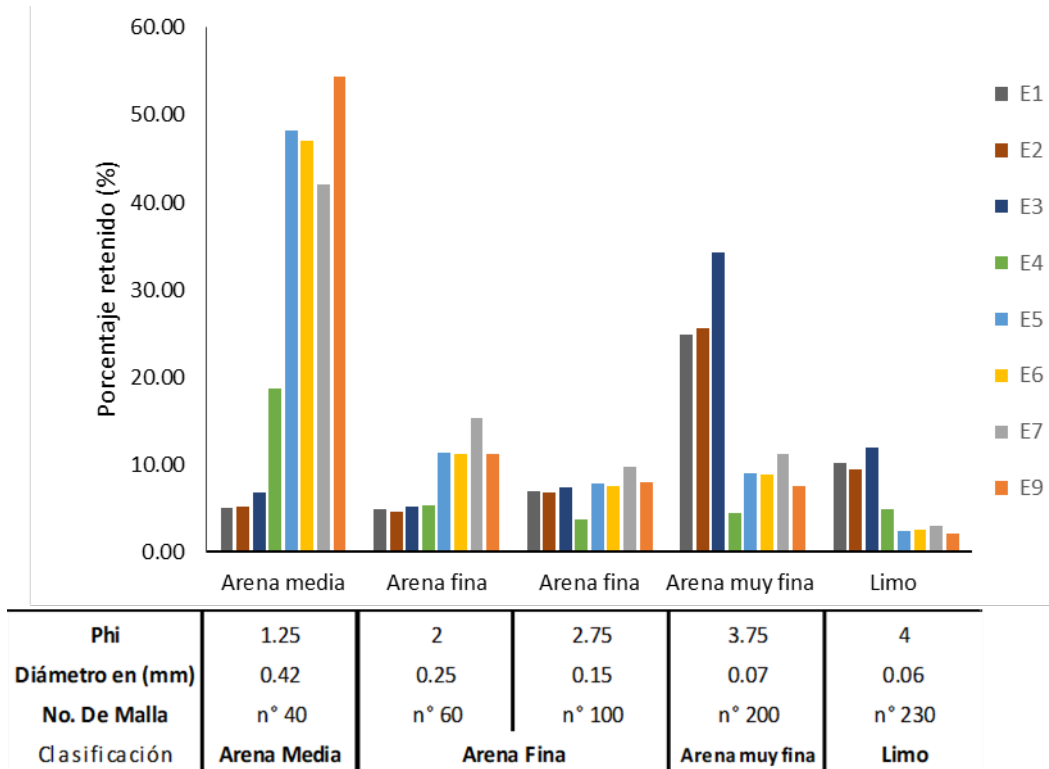


Figura 24. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (marzo, 2020).

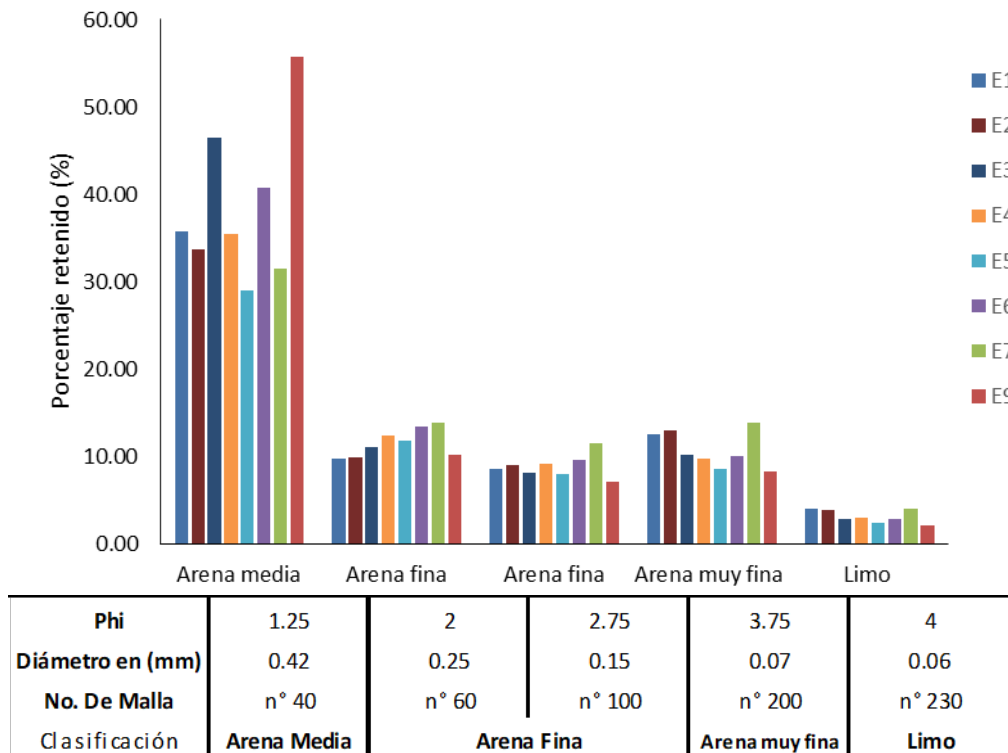


Figura 25. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (abril, 2020).

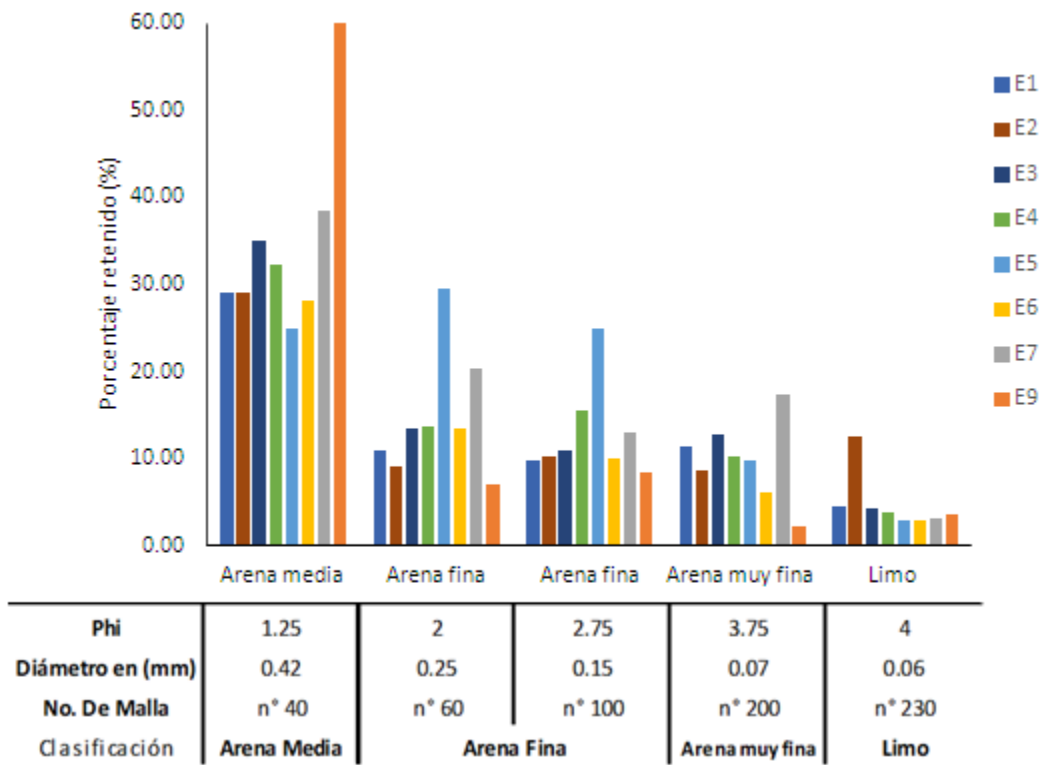


Figura 26. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (mayo, 2020).

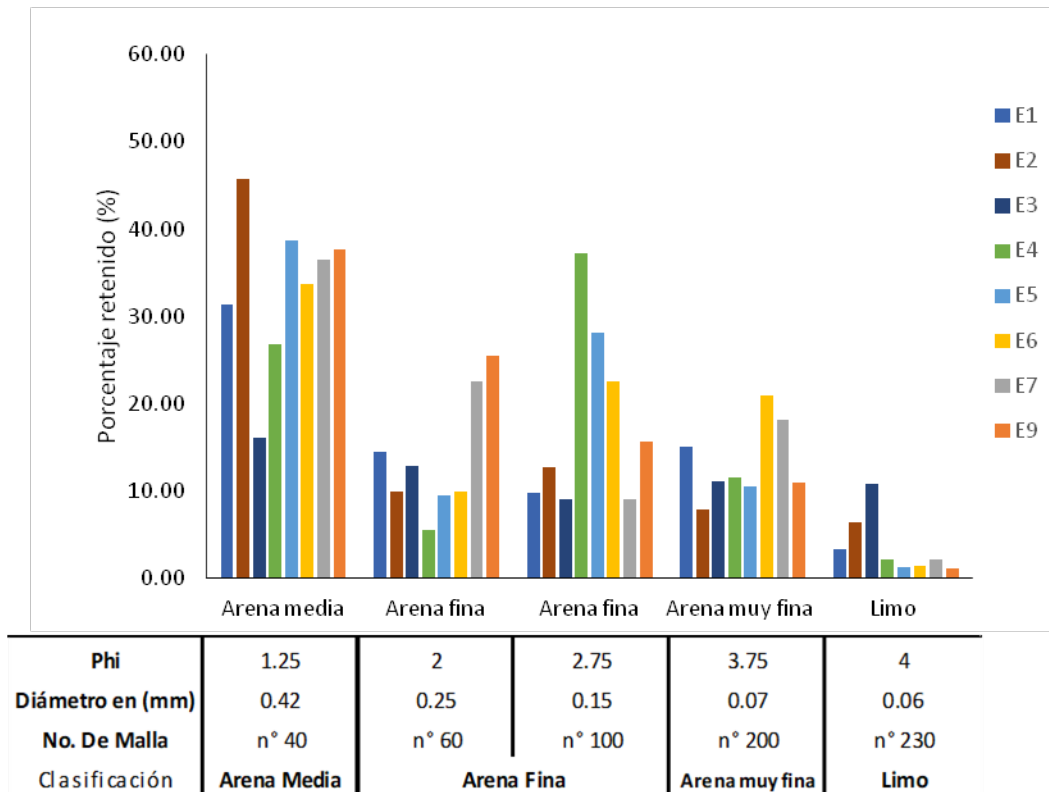


Figura 27. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (junio, 2020).

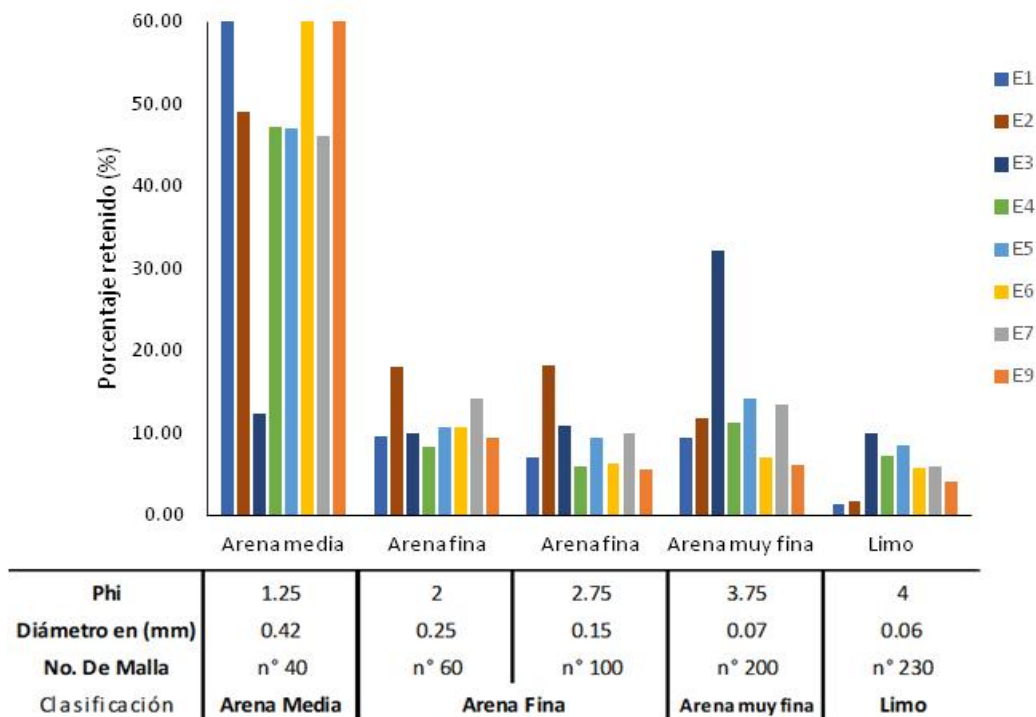
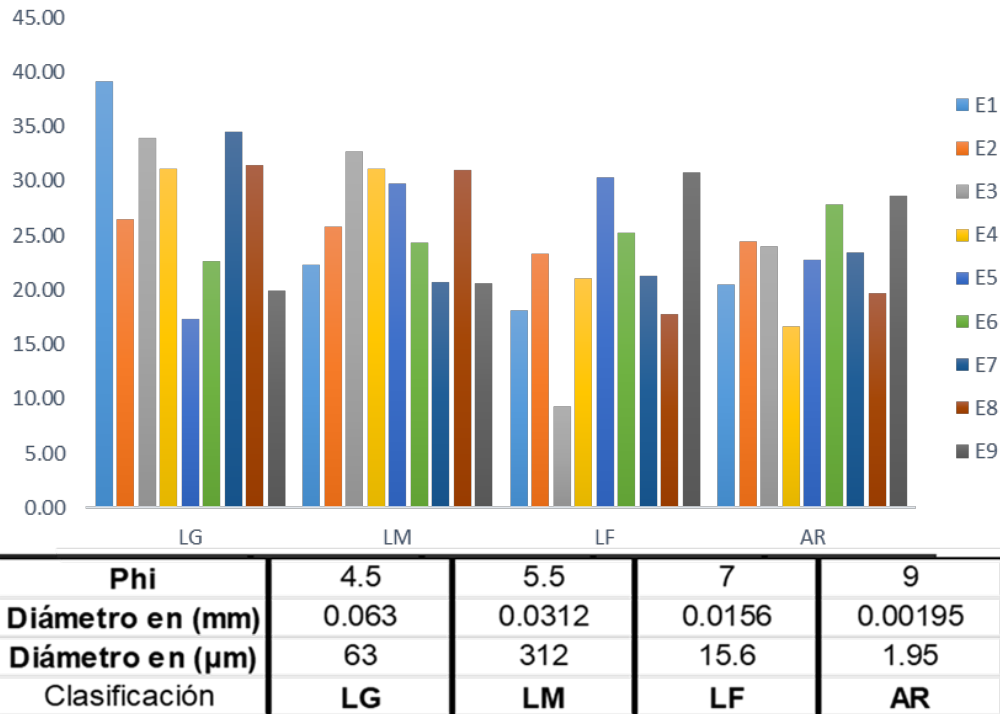


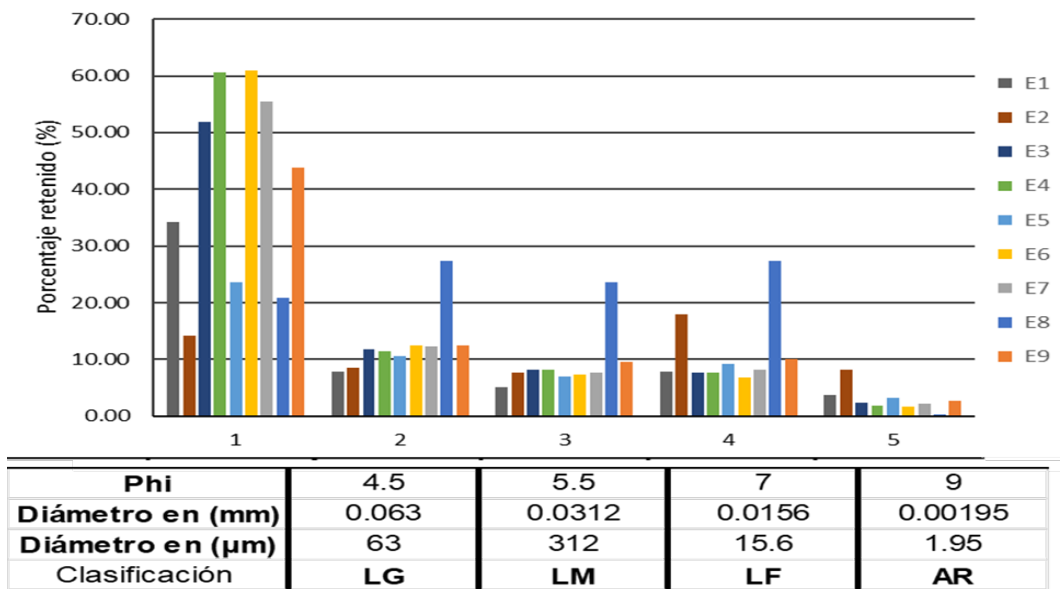
Figura 28. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (julio, 2020).

### Técnica del pipeteo

Para el pipeteo se utilizó la clasificación de los valores de los diámetros que pertenecen a la escala Udden-2 que aparecen en la **Tabla 3**, descrita anteriormente en el método del pipeteo. Los resultados fueron los siguientes: (**Figura 29 a la 40**).



**Figura 29. Distribución de las arenas en las 9 estaciones (agosto, 2020).**



**Figura 30. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (septiembre, 2019).**

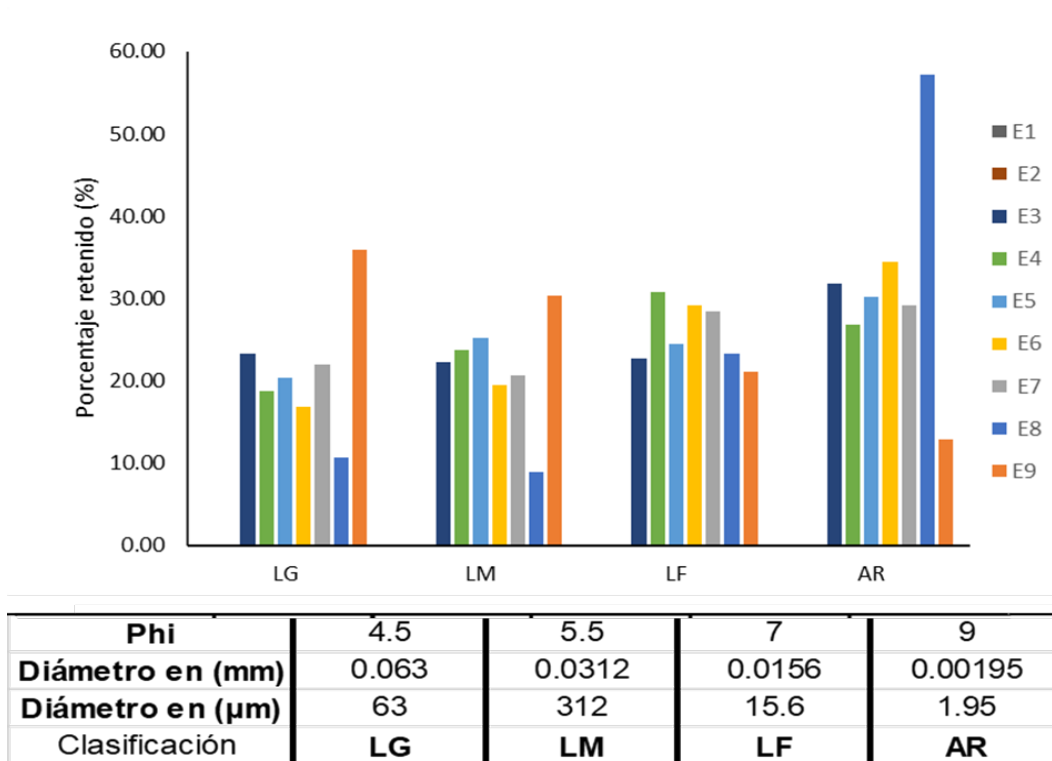


Figura 31. Distribución de sedimentos finos en las 7 estaciones (octubre, 2019).

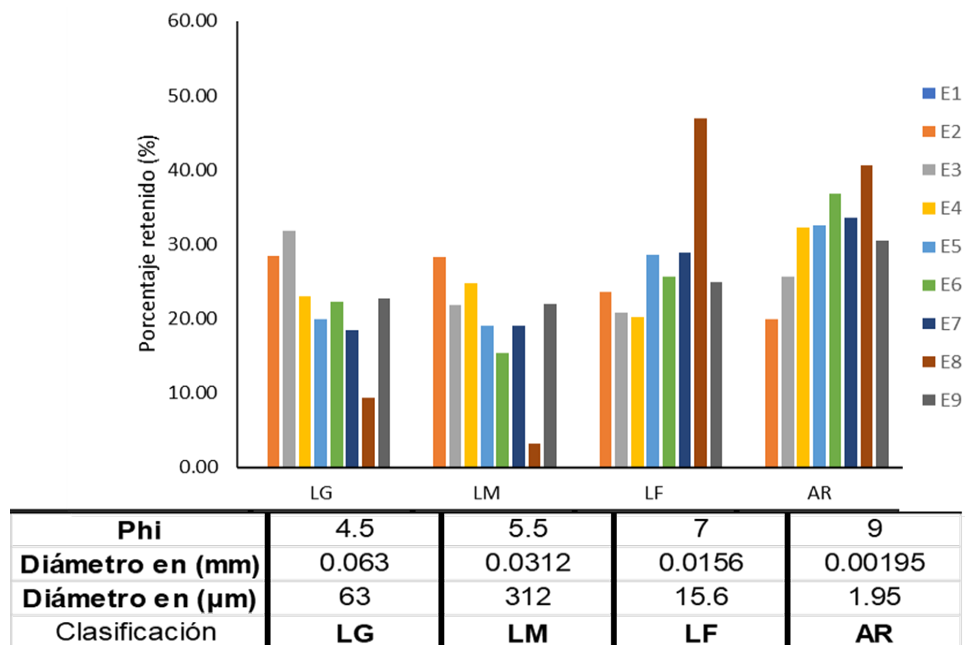


Figura 32. Distribución de sedimentos finos en las 8 estaciones (noviembre, 2019).

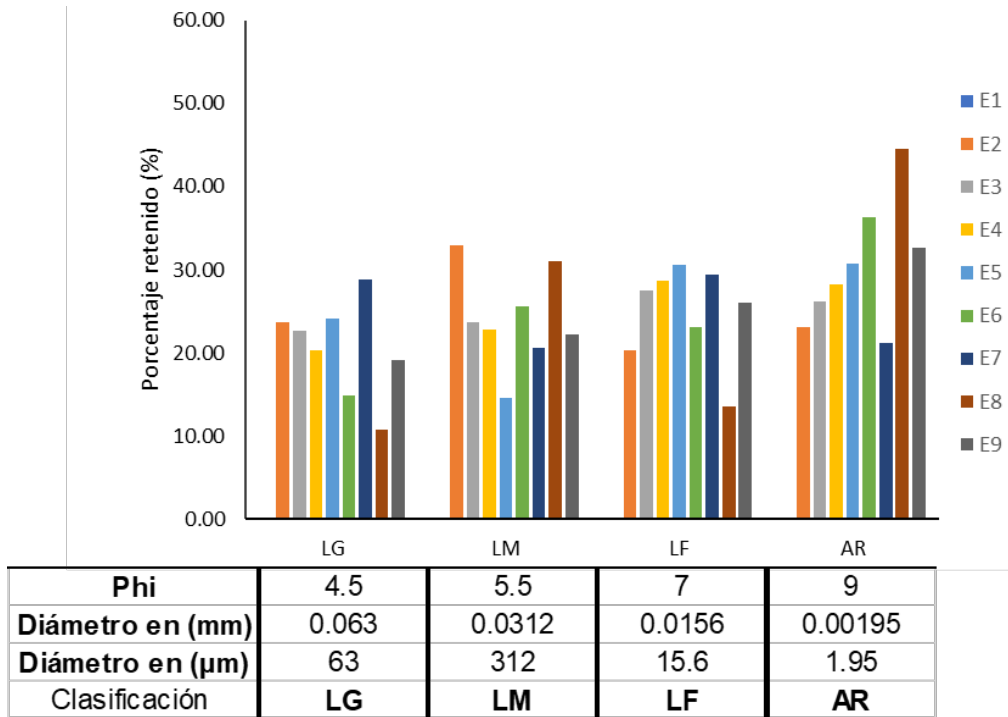


Figura 33. Distribución de sedimentos finos en las 8 estaciones (diciembre, 2019).

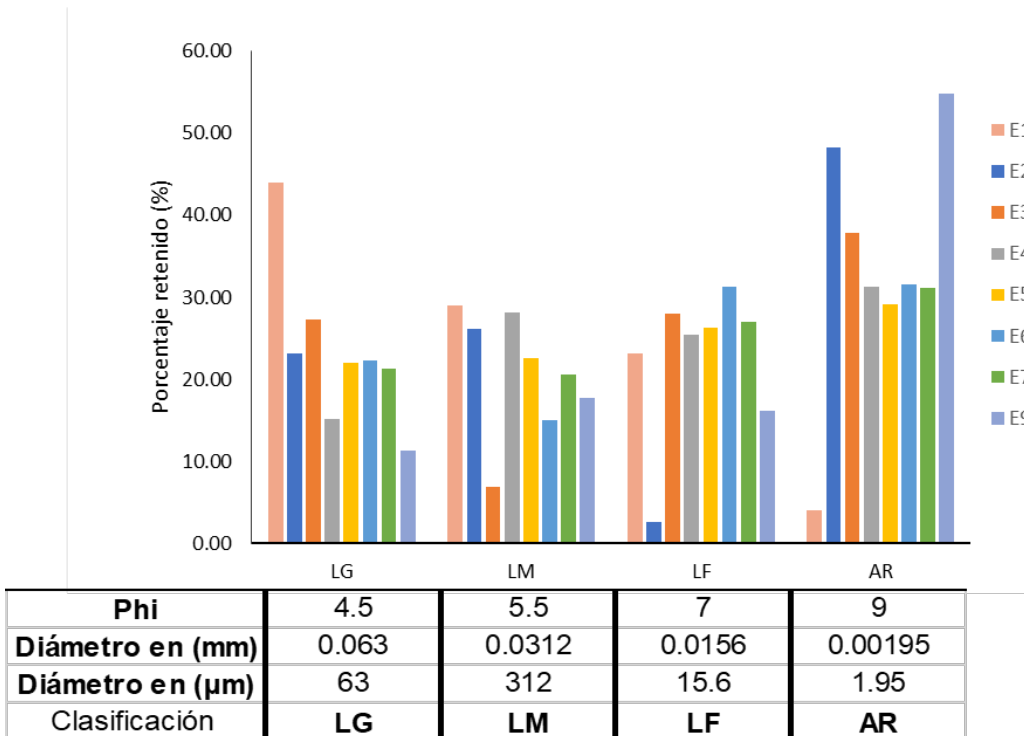


Figura 34. Distribución de sedimentos finos en las 8 estaciones (enero, 2020).

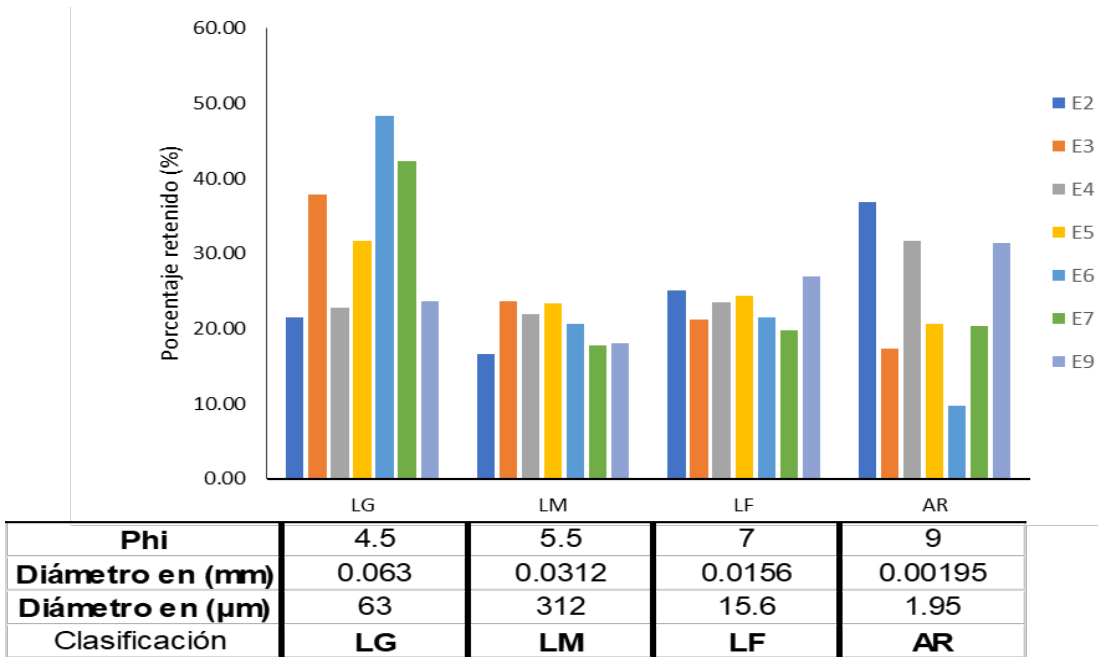


Figura 35. Distribución de sedimentos finos en las 8 estaciones (febrero, 2020).

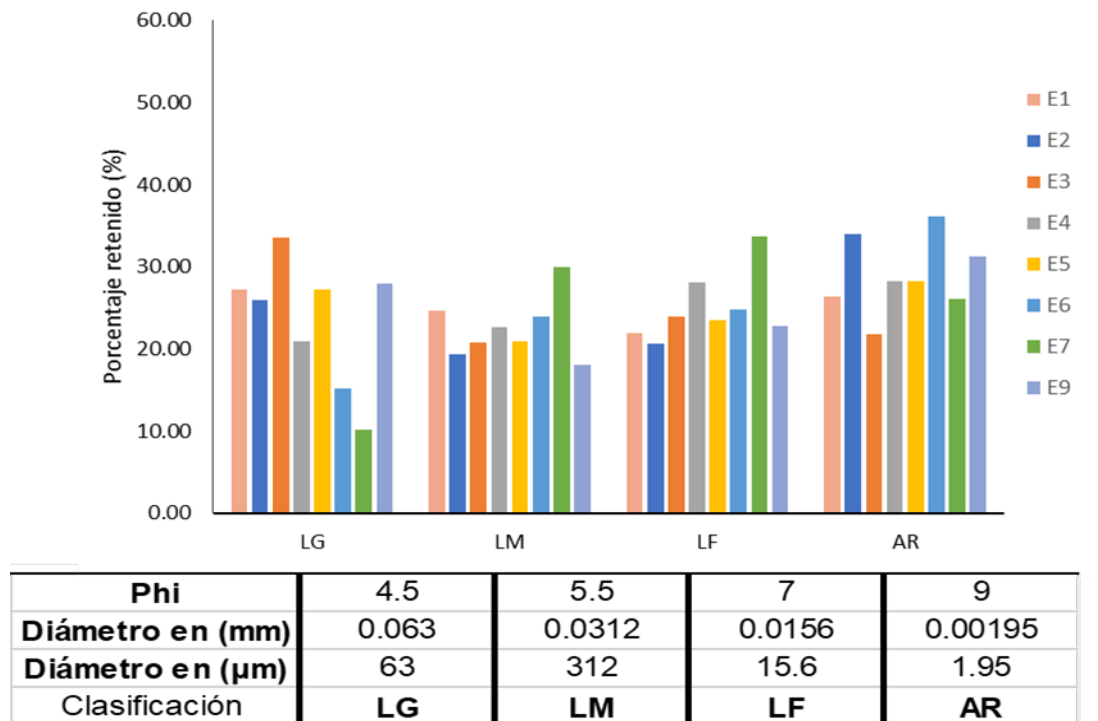


Figura 36. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (marzo, 2020).

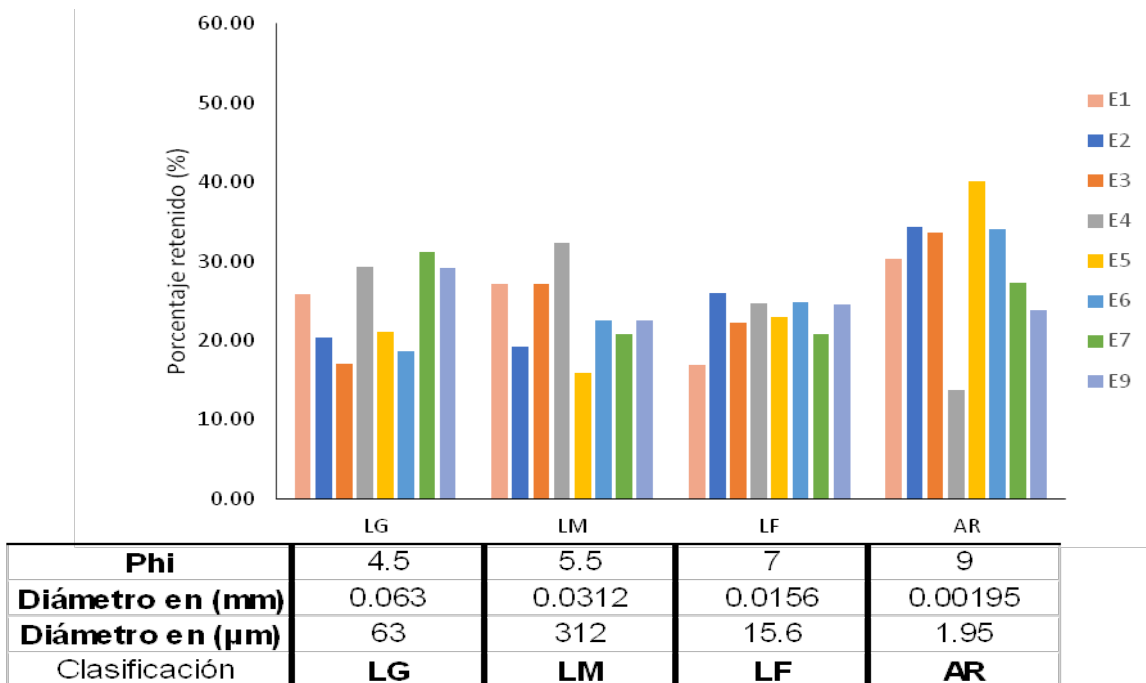


Figura 37. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (abril, 2020).

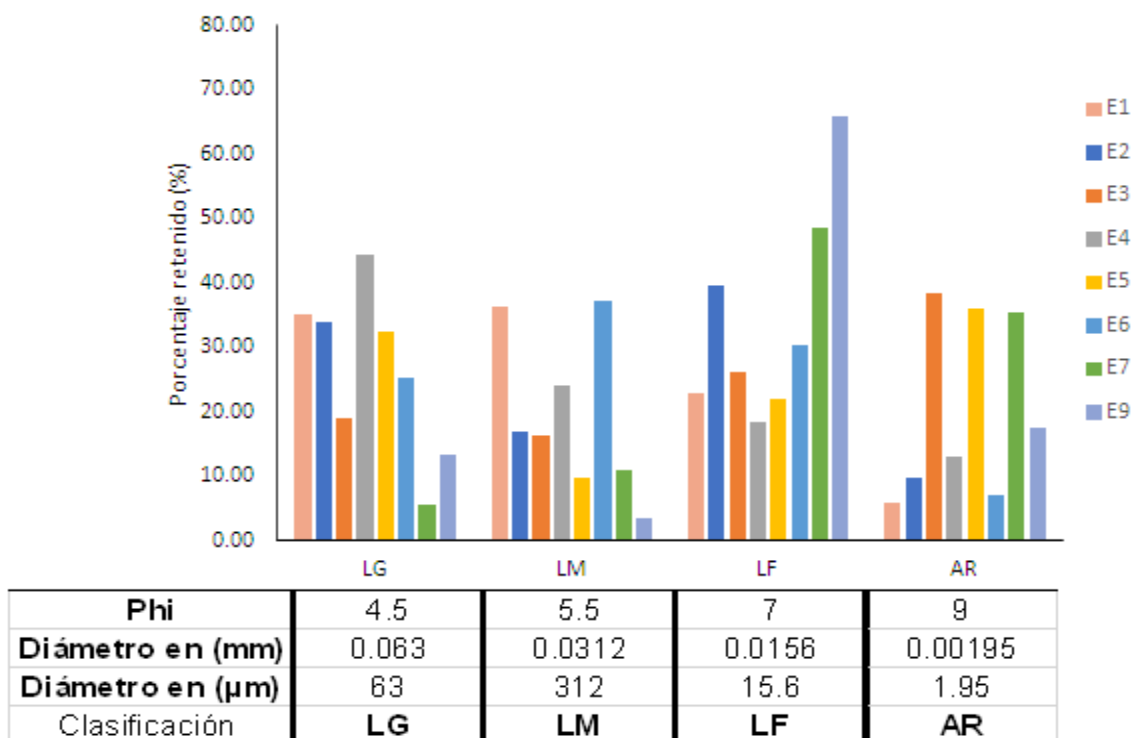


Figura 38. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (mayo, 2020).



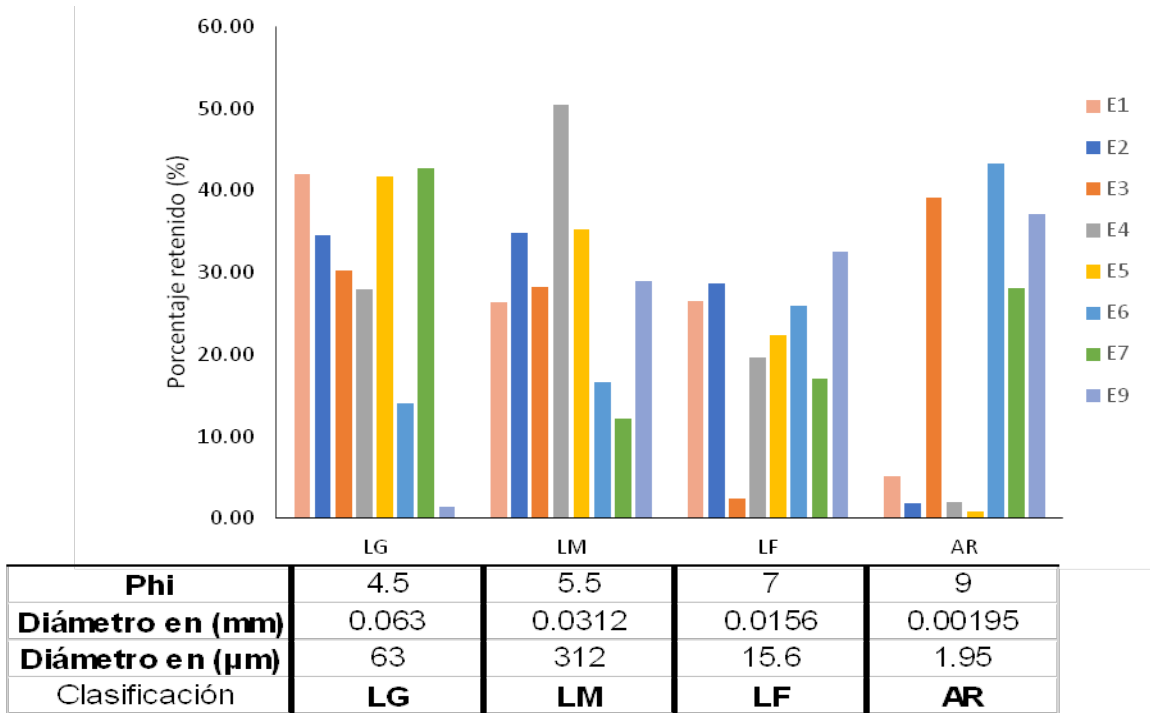


Figura 39. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (junio, 2020).

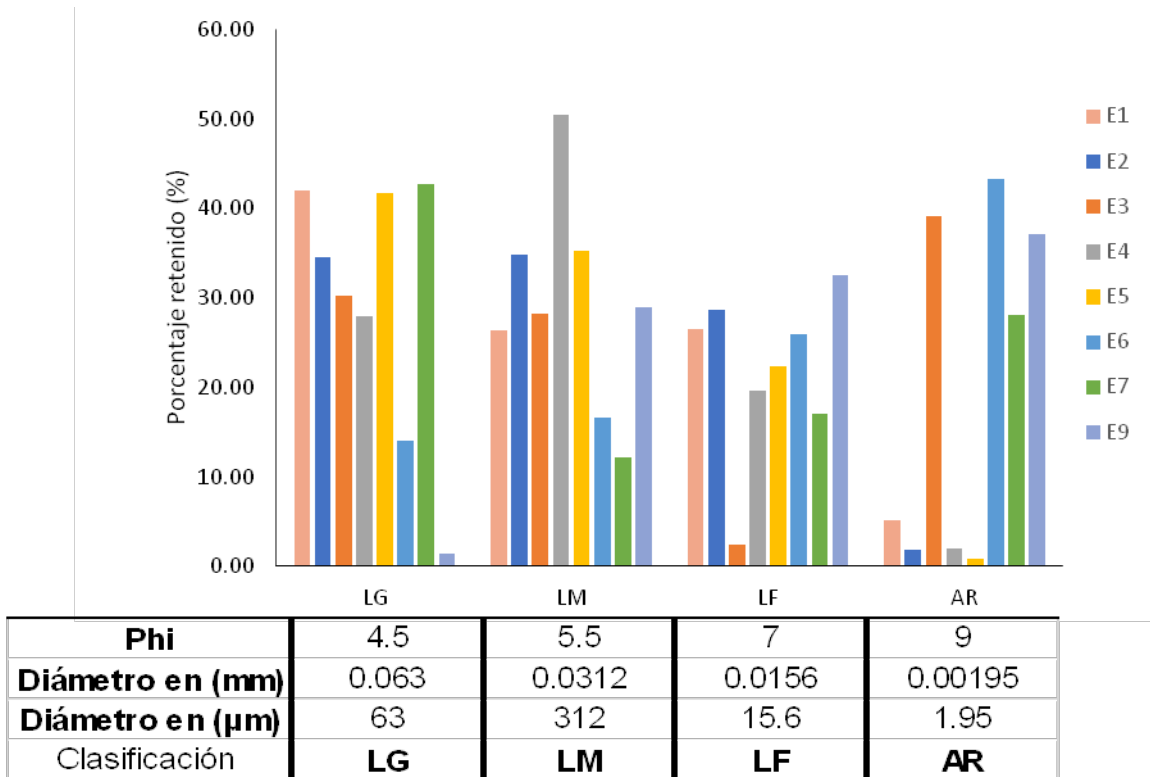


Figura 40. Distribución de sedimentos finos en las 9 estaciones (julio, 2020).

## V. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

**La materia orgánica**, en agosto 2019, el porcentaje en cada una de las estaciones fue el siguiente, en la E1 se obtuvo 12.33%, en la E2 fue 11.51%, en la E3 fue 15.93%, en la E4 se obtuvo 13.09%, en la E5 fue 11.01%, en la E6 fue 4.4 %, en la E7 fue 4.97%, en la E8 se obtuvo 2.7%, en la E9 fue 8.97%. En conclusión, la materia orgánica, osciló entre un porcentaje máximo de 15.93% en la estación E3, un porcentaje mínimo que se ubicó en la estación E8 con 2.7% y un promedio de 9.43%.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante agosto de 2019, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 46.66% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.73% con diámetro de 0.06 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 64.55% con diámetro de 0.42 mm, insuficiente limo con 1.35% con diámetro de 0.06 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 61.98% con diámetro de 0.42 mm, siguiendo arena fina con 11.54% con 0.25 mm y escaso limo con 3.26% con diámetro de 0.06 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 39.83% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 3.45% con diámetro de 0.06 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 31.04% con diámetro de 0.42 mm e insuficiente arena fina con 6.08% con diámetro de 0.15 mm. El limo aumento ligeramente a 25.09% con diámetro de 0.06 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 50.15% con diámetro de 0.42 mm. Se presentó un mínimo de limo con 2.45% con diámetro de 0.06 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 66.04% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 1.86% con diámetro de 0.06 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena fina con 30.87% con diámetro de 0.15 mm e insuficiente limo con 0.41% con diámetro de 0.06 mm. En la E9 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 53.22% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.05% con diámetro de 0.06mm.

Una vez realizada la granulometría se determinó el material fino (limo-arcilla) que quedó en la charola. Este material fue el que se utilizó para realizar la prueba del Pipeteo con el material que pasó la malla 200 y quedó en la malla 230.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante agosto de 2019, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 39.15% con diámetro de 0.063 mm y escaso limo fino con 18.07% con diámetro de 0.0156 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 26.45% con diámetro de 0.063 mm, limo fino con 23.31% de diámetro 0.0156 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 33.91% con diámetro de 0.063 mm, siguiendo limo medio con 32.74% con 0.0312 mm y escaso limo fino con 9.35% con diámetro de 0.0156 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso y limo medio con 31.14% en ambos casos y con diámetro de 0.063 mm y 0.0312 mm, escasa arcilla con 16.66% con diámetro de 0.0039 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a limo grande con 30.27% con diámetro de 0.156 mm, limo fino con 17.29% con diámetro de 0.063 mm. La arcilla fue 22.70% con diámetro de 0.0039 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 27.79% con diámetro de 0.0039 mm. Se presentó un mínimo de limo grueso con 22.63% con diámetro de 0.063 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 34.55% con diámetro de 0.063 mm y limo fino con 21.29% con diámetro de 0.0156 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 31.47% con diámetro de 0.063 mm y limo fino con 17.77% con diámetro de 0.0156 mm. En la E9 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 30.81% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 28.66% con diámetro de 0.0039 mm.

**La materia orgánica, en septiembre 2019**, en la E1 se obtuvo 3.28%, en la E2 fue 2.45%, en la E3 fue 5.63%, en la E4 fue 1.0%, en E5 fue 4.46%, en la E6 fue 2.07%, en E7 fue 14.95%, en la E8 se obtuvo 0.82%, en la E9 fue 11.40%. En conclusión, la materia orgánica, osciló entre un porcentaje máximo de 14.95% en la estación E7, un porcentaje mínimo que se ubicó en la estación E8 con 0.82 % y un promedio de 4.33 %.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante septiembre de 2019, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 34.26 % con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 3.72 % con diámetro de 0.06 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 17.96 % con diámetro de 0.15 mm, limo con 8.20 % con diámetro de 0.06 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 51.95 % con diámetro de 0.42 mm, siguiendo arena fina con 11.72 % con 0.25 mm y escaso limo con 2.29 % con diámetro de 0.06 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 60.61 % con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 1.8 % con diámetro de 0.06 mm. En la E5 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 23.62 % con diámetro de 0.42 mm e insuficiente limo con 3.28 % con diámetro de 0.06 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 60.93 % con diámetro de 0.42 mm. Se presentó un mínimo de limo con 1.65 % con diámetro de 0.06 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 55.4 % con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.17 % con diámetro de 0.06 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 27.32 % con diámetro de 0.7 mm y arena fina con 27.31% con diámetro de 0.25 mm, escaso limo con 0.39 % con diámetro de 0.06 mm. En la E9 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 43.77 % con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.65 % con diámetro de 0.06mm. Una vez realizada la granulometría se determinó el material fino (limo-arcilla) que quedó en la charola. Este material fue el que se utilizó para realizar la prueba del Pipeteo con el material que pasó la malla 200 y quedó en la malla 230.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante septiembre de 2019, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 27.25 % con diámetro de 0.0039 mm y limo medio y limo fino ambos con 25.25 % con diámetro de 0.0312 mm y 0.0156 mm, respectivamente.

En la E2 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 26.26% con diámetro de 0.0039 mm y un mínimo de limo medio con 24.22% de diámetro 0.0312 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 63.39% con diámetro de 0.063 mm, siguiendo arcilla con 13.18% con diámetro de 0.0039 mm, un mínimo de limo medio con 11.29% con diámetro de 0.0312 mm y limo fino con 12.12% con diámetro de 0.0156 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 33.8% con diámetro de 0.0039 mm y un mínimo de limo medio con 18.31% con diámetro de 0.0312 mm. En la E5 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 83.10% con diámetro de 0.0039 mm, siguió limo grueso con 5.91% con diámetro de 0.063 mm. El limo fino fue 5.28% con diámetro de 0.0156 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a limo medio con 30.48% con diámetro de 0.0312 mm y limo fino con 18.59% con diámetro de 0.0156 mm. La arcilla fue 20.58% con diámetro de 0.0039 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 28.38% con diámetro de 0.063 mm y limo fino con 23.18% con diámetro de 0.0156 mm. La arcilla fue 26.41% con diámetro de 0.0039 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 60.41% con diámetro de 0.0039 mm, limo medio y limo fino, ambos con 18.75% con diámetro 0.0312 mm y 0.0156 mm respectivamente. Limo grueso fue de 2.08% con diámetro de 0.063 mm. En la E9 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 32.50% con diámetro de 0.0039 mm y limo grueso con 20.62% con diámetro de 0.063 mm. Limo medio fue de 23.12% con diámetro de 0.0312mm.

**La materia orgánica, en octubre 2019**, el porcentaje en cada una de las estaciones fue el siguiente, excepto la E1 y E2, en la E3 fue 1.39%, en la E4 se obtuvo 3.32%, en E5 fue 2.74%, en la E6 fue 20.26%, en E7 fue 4.33%, en la E8 se obtuvo 0.78%, en la E9 fue 10.96%. En conclusión, la materia orgánica, osciló entre un porcentaje máximo de 20.26% en la estación E6, un porcentaje mínimo que se ubicó en la estación E8 con 0.78% y un promedio de 6.25%. Las estaciones E1 y E2 no se obtuvo muestra por azolve en los sitios.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante octubre de 2019, fue la siguiente:

En la E3 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 12.5% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 3.6% con diámetro de 0.06 mm. En la E4 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 18.66% con diámetro de 0.15 mm, limo con 2.86% con diámetro de 0.06 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 31.35% con diámetro de 0.42 mm, siguiendo arena media con 9.81% con 0.25 mm y escaso limo con 2.42% con diámetro de 0.06 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 40.86% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.97% con diámetro de 0.06 mm. En la E7 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 51.06% con diámetro de 0.42 mm e insuficiente limo con 2.36% con diámetro de 0.06 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena fina con 30.34% con diámetro de 0.15 mm. Se presentó un mínimo de limo con 0.10% con diámetro de 0.06 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 43.73% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.67% con diámetro de 0.06 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada las siete estaciones durante octubre de 2019, excepto la E1 y E2, fue la siguiente:

En la E3 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 30.12 % con diámetro de 0.0039 mm; limo medio y limo fino con 25.20% y 24.41% con diámetro de 0.0312 mm y 0.0156 mm, respectivamente. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 30.78% con diámetro de 0.0156 mm y un mínimo de limo grueso con 18.68% de diámetro 0.063 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 30.12% con diámetro de 0.0039 mm, siguiendo limo grueso con 20.27% con diámetro de 0.063 mm y limo fino con 24.41% con diámetro de 0.0156 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 34.45% con diámetro de 0.0039 mm y un mínimo de limo grueso con 16.85% con diámetro de 0.063 mm.

En la E7 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 29.07% con diámetro de 0.0039 mm, el mínimo fue limo medio con 20.56% con diámetro de 0.0312 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 57.14% con diámetro de

0.0039 mm y el mínimo correspondió a limo medio con 8.92% con diámetro de 0.0312 mm. El limo fino fue 23.21% con diámetro de 0.0156 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 35.89% con diámetro de 0.063 mm y limo fino con 21.02% con diámetro de 0.0156 mm. La arcilla fue 12.82% con diámetro de 0.0039 mm.

**La materia orgánica, en noviembre 2019**, el porcentaje en cada una de las estaciones fue el siguiente, en la E2 fue 2.613%, en la E3 fue 8.37%, en la E4 se obtuvo 0.001%, en E5 fue 12.24%, en la E6 fue 1.22%, en E7 fue 0.91%, en la E8 se obtuvo 0.71%, en la E9 fue 11.04%. En conclusión, la materia orgánica, osciló entre un porcentaje máximo de 12.24% en la estación E5, un porcentaje mínimo que se ubicó en la estación E4 con 0.001% y un promedio de 4.64%. La estación E1 no se obtuvo muestra por azolve en los sitios y no fue posible el paso de la lancha.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante noviembre de 2019, fue la siguiente:

En la E2 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 28.17% con diámetro de 0.42 mm y limo con 5.06% con diámetro de 0.062 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 20.3% con diámetro de 0.42 mm y limo con 5.8% con diámetro de 0.062 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 45.47% con diámetro de 0.074 mm, limo con 8.0% con diámetro de 0.062 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 47.93% con diámetro de 0.42 mm, siguiendo arena fina con 13.31% con 0.25 mm y escaso limo con 2.43% con diámetro de 0.062 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 56.3% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.08% con diámetro de 0.062 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 63.85% con diámetro de 0.42 mm e insuficiente limo con 1.52% con diámetro de 0.062 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena fina con 34.34% con diámetro de 0.25 mm. Se presentó un mínimo de limo con 0.43% con diámetro de 0.062 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 23.52% con diámetro de 0.42 mm y un mínimo de limo con 5.04% con diámetro de 0.062 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos, mediante la técnica del pipeteo, en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las ocho estaciones durante noviembre de 2019, excepto la E1, fue la siguiente:

En la E2 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 28.39% con diámetro de 0.062 mm; limo medio y limo fino con 28.20% y 23.51% con diámetro de 0.0312 mm y 0.0156 mm, respectivamente y arcilla con 19.89% con diámetro de 0.0039 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 31.80% con diámetro de 0.062 mm; limo medio y limo fino con 21.80% y 20.80% con diámetro de 0.0312 mm y 0.0156 mm, respectivamente y arcilla con 25.6% con diámetro de 0.0039 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 32.24% con diámetro de 0.0039 mm y un mínimo de limo fino con 20.15% de diámetro 0.0156 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 32.47% con diámetro de 0.0039 mm, siguiendo limo fino con 28.63% con diámetro de 0.056 mm y limo fino con 28.63% con diámetro de 0.0156 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 36.75% con diámetro de 0.0039 mm y un mínimo de limo medio con 15.38% con diámetro de 0.0312 mm. En la E7 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 33.52% con diámetro de 0.0039 mm, el mínimo fue limo grueso con 18.49% con diámetro de 0.062 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 46.87% con diámetro de 0.0156 mm y el mínimo correspondió a limo medio con 3.12% con diámetro de 0.0312 mm. La arcilla fue 40.62% con diámetro de 0.0039 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arcilla con 30.44% con diámetro de 0.0039 mm y limo fino con 24.81% con diámetro de 0.0156 mm. El limo grueso fue 22.73% con diámetro de 0.062 mm.

**La materia orgánica, en diciembre 2019**, el porcentaje en cada una de las estaciones fue el siguiente, en la E2 fue 3.72%, en la E3 fue 5.53%, en la E4 se obtuvo 10.40%, en E5 fue 3.36%, en la E6 fue 6.01%, en E7 fue 5.55%, en la E8 se obtuvo 9.73%, en la E9 fue 5.77%. La estación E1 no se obtuvo muestra por azolve en los sitios y no fue posible el paso de la lancha.



Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante diciembre de 2019, fue la siguiente:

En la E2 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 16.21% con diámetro de 0.42 mm y limo con 12.9% con diámetro de 0.062 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 21% con diámetro de 0.42 mm y limo con 6.5 % con diámetro de 0.062 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 35.42% con diámetro de 0.42 mm, limo con 3.98 % con diámetro de 0.062 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 23.77% con diámetro de 0.42 mm, y escaso limo con 7.05 con diámetro de 0.062 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 45.3% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 5.64% con diámetro de 0.062 mm. En la E7 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 37.83% con diámetro de 0.42 mm y limo con 22% con diámetro de 0.062 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena fina con 29.87% con diámetro de 0.15 mm. Se presentó un mínimo de limo con 0.57% con diámetro de 0.062 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 35.81% con diámetro de 0.42 mm y un mínimo de limo con 3.0% con diámetro de 0.062 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos, mediante la técnica del pipeteo, en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las ocho estaciones durante diciembre de 2019, excepto la E1, fue la siguiente:

En la E2 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo medio con 32.88% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 23.05% con diámetro de 0.0039 mm. En la E3 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 27.48% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 26.22% con diámetro de 0.0039 mm. En la E4 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 28.66% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 28.21% de diámetro 0.0039 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 30.55% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 30.78% con diámetro de 0.0039 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a limo medio con 25.63% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 36.33% con diámetro de 0.0039

mm. En la E7 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 29.45% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 21.23% con diámetro de 0.0039 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a limo medio con 31.08% con diámetro de 0.0312 mm y con arcilla fue 44.59% con diámetro de 0.0039 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 26.04% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla fue 32.6% con diámetro de 0.0039 mm.

**La materia orgánica, en enero 2020**, el porcentaje en cada una de las estaciones fue el siguiente, en la E1 fue 3.36%, en la E2 fue 2.01%, en la E3 se obtuvo 0.18%, en E4 fue 0.60%, en la E5 fue 1.90%, en E6 fue 0.81%, en la E7 se obtuvo 2.03%, en la E9 fue 2.75%. La estación E8 no se obtuvo muestra por problemas logísticos.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante enero de 2020, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 23.67% con diámetro de 0.7 mm y limo con 9.2% con diámetro de 0.062 mm. En la E2 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 16.2% con diámetro de 0.42 mm y limo con 12.90 % con diámetro de 0.062 mm. En la E3 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 21% con diámetro de 0.42 mm, limo con 6.5 % con diámetro de 0.062 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 35.42% con diámetro de 0.42 mm, y escaso limo con 3.98 con diámetro de 0.062 mm.

En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 23.77% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 7.05% con diámetro de 0.062 mm. En la E6 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 45.3% con diámetro de 0.42 mm y limo con 5.64% con diámetro de 0.062 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 37.83 % con diámetro de 0.42 mm. Se presentó limo con 22.0% con diámetro de 0.062 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena fina con 29.87% con diámetro de 0.15 mm y un mínimo de limo con 0.57% con diámetro de 0.062 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos, mediante la técnica del pipeteo, en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las ocho estaciones durante enero de 2020, excepto la E8, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 43.95% con diámetro de 0.063 mm y escasa arcilla con 4.02% con diámetro de 0.0039 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a limo medio con 26.15% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 48.20% con diámetro de 0.0039 mm. En la E3 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 27.95% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 37.88% de diámetro 0.0039 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a limo medio con 28.17% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 31.27% con diámetro de 0.0039 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 43.95% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 43.42% con diámetro de 0.0039 mm. En la E6 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 31.23% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 31.49% con diámetro de 0.0039 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 26.99% con diámetro de 0.0156 mm y con arcilla fue 31.17% con diámetro de 0.0039 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 26.99% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla fue 31.17% con diámetro de 0.0039 mm.

**La materia orgánica, en febrero 2020**, la cantidad en cada una de las estaciones fue la siguiente, en la E2 fue 5.93%, en la E3 fue 6.64%, en la E4 se obtuvo 9.21%, en E5 fue 6.56%, en la E6 fue 3.46%, en E7 fue 13.61%, en la E8 se obtuvo 0.57%, en la E9 fue 4.2%. La estación E1 no se obtuvo muestra por problemas de azolve.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante febrero de 2020, fue la siguiente:

En la E2 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 42.78% con diámetro de 0.7 mm y limo con 8.46% con diámetro de 0.062 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 33.0% con diámetro de 0.42 mm y limo con 4.3% con diámetro de 0.062 mm. En la E4 se observó que el mayor porcentaje

correspondió a arena media con 26.89% con diámetro de 0.42 mm, limo con 4.55 % con diámetro de 0.062 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 30.38% con diámetro de 0.42 mm, y escaso limo con 2.51 con diámetro de 0.062 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 52.78% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.01% con diámetro de 0.062 mm. En la E7 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 47.73% con diámetro de 0.42 mm y limo con 2.49% con diámetro de 0.062 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 32.11% con diámetro de 0.42 mm. Escaso limo con 0.24% con diámetro de 0.062 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 51.2% con diámetro de 0.42 mm y un mínimo de limo con 2.28% con diámetro de 0.062 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos, mediante la técnica del pipeteo, en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las ocho estaciones durante febrero de 2020, excepto la E1, fue la siguiente:

En la E2 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 25.0% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 36.83% con diámetro de 0.0039 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 37.88% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 17.27% con diámetro de 0.0039 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 23.49% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 37.68% de diámetro 0.0039 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 31.69% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 20.58% con diámetro de 0.0039 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 48.31% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 9.66% con diámetro de 0.0039 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 42.32% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 20.29% con diámetro de 0.0039 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a limo medio con 9.94% con diámetro de 0.0312 mm y con arcilla fue 78.95% con diámetro de 0.0039 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 26.88% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla fue 31.41% con diámetro de 0.0039 mm.

**La materia orgánica, en marzo 2020**, la cantidad en gramos, en cada una de las estaciones fue la siguiente, en la E1 fue 0.44%, en la E2 fue 0.54%, en la E3 fue 1.12%g, en la E4 se obtuvo 0.28%, en E5 fue 0.26%, en la E6 fue 0.51%, en E7 fue 1.34%, en la E8 se obtuvo 0.46%, en la E9 fue 1.14%.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante marzo de 2020, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 24.91% con diámetro de 0.074 mm y limo con 10.16% con diámetro de 0.062 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 25.65% con diámetro de 0.074 mm y limo con 9.43% con diámetro de 0.062 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 34.3% con diámetro de 0.074 mm y limo con 12.0% con diámetro de 0.062 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 18.78% con diámetro de 0.42 mm, limo con 4.90% con diámetro de 0.062 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 30.38% con diámetro de 0.42 mm, y escaso limo con 2.51 con diámetro de 0.062 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 48.17% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.42% con diámetro de 0.062 mm. En la E7 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 42.01% con diámetro de 0.42 mm y limo con 3.05% con diámetro de 0.062 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 36.19 % con diámetro de 0.42 mm. Escaso limo con 0.45% con diámetro de 0.062 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 54.44% con diámetro de 0.42 mm y un mínimo de limo con 2.11% con diámetro de 0.062 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos, mediante la técnica del pipeteo, en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las ocho estaciones durante marzo de 2020, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 27.23% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 26.29% con diámetro de 0.0039 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 25.97% con diámetro de 0.063 mm

y arcilla con 33.98% con diámetro de 0.0039 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 33.5% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 21.83% con diámetro de 0.0039 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 28.08% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 28.3% de diámetro 0.0039 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 27.22% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 28.27% con diámetro de 0.0039 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 24.82% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 36.17% con diámetro de 0.0039 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a limo fino con 33.73% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 26.12% con diámetro de 0.0039 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a limo medio con 29.57% con diámetro de 0.0312 mm y con arcilla fue 43.66% con diámetro de 0.0039 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a limo grueso con 27.93% con diámetro de 0.063 mm y arcilla fue 31.23% con diámetro de 0.0039 mm.

**La materia orgánica, en abril 2020**, el porcentaje en cada una de las estaciones fue el siguiente, en la E1 fue 6.35%, en la E2 fue 5.84%, en la E3 fue 5.55%, en la E4 se obtuvo 13.04%, en E5 fue 8.26%, en la E6 fue 6.62%, en E7 fue 5.92%, en la E8 se obtuvo 1.2%, en la E9 fue 15.0%. En conclusión, la materia orgánica, osciló entre un máximo de 15.0% en la E9 y un mínimo que se ubicó en la estación E8 con 1.2% y un promedio de 7.53%.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante abril de 2020, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 35.79% con diámetro de 0.42 mm y limo con 4.01% con diámetro de 0.062 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 33.71% con diámetro de 0.42 mm y limo con 3.95% con diámetro de 0.062 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 46.5% con diámetro de 0.42 mm y limo con 2.9% con diámetro de 0.062 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 35.47% con diámetro de 0.42 mm y limo con 3.07% con diámetro de 0.062 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 29.02% con diámetro de 0.42 mm, y escaso

limo con 2.42 con diámetro de 0.062 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 40.73% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.82% con diámetro de 0.062 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 31.52% con diámetro de 0.42 mm y limo con 4.11% con diámetro de 0.062 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 36.72 % con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 0.34% con diámetro de 0.062 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 55.78% con diámetro de 0.42 mm y un mínimo de limo con 2.09% con diámetro de 0.062 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos, mediante la técnica del pipeteo, en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las nueve estaciones durante abril de 2020, fue la siguiente:

En la E1, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 27.05% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 30.27% con diámetro de 0.0039 mm. En la E2, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 26.01% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 34.33% con diámetro de 0.0039 mm. En la E3, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 27.07% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 33.62% con diámetro de 0.0039 mm. En la E4, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 32.32% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 13.69% de diámetro 0.0039 mm.

En la E5, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 22.96% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 40.11% con diámetro de 0.0039 mm. En la E6, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 24.83% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 34.11% con diámetro de 0.0039 mm. En la E7, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 31.2% con diámetro de 0.062 mm y arcilla con 27.2% con diámetro de 0.0039 mm. En la E8, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 44.9% con diámetro de 0.062 mm y con arcilla fue 20.41% con diámetro de 0.0039 mm. En la E9, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 29.12% con diámetro de 0.062 mm y arcilla fue 23.86% con diámetro de 0.0039 mm.

**La materia orgánica, en mayo 2020**, el porcentaje en cada una de las estaciones fue el siguiente, en la E1 fue 6.23%, en la E2 fue 6.62%, en la E3 fue 2.24%, en la E4 se obtuvo 4.74%, en E5 fue 2.65%, en la E6 fue 7.79%, en E7 fue 5.96%, en la E8 se obtuvo 1.98%, en la E9 fue 11.12%. En conclusión, la materia orgánica, osciló entre un máximo de 11.12% en la E9 y un mínimo que se ubicó en la estación E8 con 1.98% y un promedio de 5.48%.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante mayo de 2020, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 29.11% con diámetro de 0.42 mm y limo con 4.57% con diámetro de 0.062 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 29.14% con diámetro de 0.42 mm y limo con 12.49% con diámetro de 0.062 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 35.0% con diámetro de 0.42 mm y limo con 4.2% con diámetro de 0.062 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 32.32% con diámetro de 0.42 mm y limo con 3.84% con diámetro de 0.062 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena fina con 29.63% con diámetro de 0.25 mm, y escaso limo con 2.96 con diámetro de 0.062 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 28.11% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 2.99% con diámetro de 0.062 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 38.53% con diámetro de 0.42 mm y limo con 3.10% con diámetro de 0.062 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 32.85 % con diámetro de 0.074 mm y escaso limo con 1.35% con diámetro de 0.062 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 61.28% con diámetro de 0.42 mm y un mínimo de limo con 3.63% con diámetro de 0.062 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos, mediante la técnica del pipeteo, en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las nueve estaciones durante mayo de 2020, fue la siguiente:



En la E1, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 36.39% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 5.78% con diámetro de 0.0039 mm. En la E2, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 39.53% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 9.73% con diámetro de 0.0039 mm. En la E3, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 26.15% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 38.46% con diámetro de 0.0039 mm. En la E4, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 44.50% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 13.0% de diámetro 0.0039 mm. En la E5, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 32.46% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 35.96% con diámetro de 0.0039 mm. En la E6, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 37.36% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 7.14% con diámetro de 0.0039 mm. En la E7, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 48.5% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 35.33% con diámetro de 0.0039 mm. En la E8, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 54.71% con diámetro de 0.0312 mm y con arcilla fue 4.71% con diámetro de 0.0039 mm. En la E9, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 65.78% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla fue 17.51% con diámetro de 0.0039 mm.

**La materia orgánica, en junio 2020**, el porcentaje en cada una de las estaciones fue el siguiente, en la E1 fue 0.31%, en la E2 fue 0.77%, en la E3 fue 3.13%, en la E4 se obtuvo 2.78%, en E5 fue 2.51%, en la E6 fue 0.52%, en E7 fue 5.36%, en la E8 se obtuvo 1.98%, en la E9 fue 2.54%. En conclusión, la materia orgánica, osciló entre un máximo de 5.36% en la E7 y un mínimo que se ubicó en la estación E1 con 0.31% y un promedio de 2.21%.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante junio de 2020, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 31.39% con diámetro de 0.42 mm y limo con 3.26% con diámetro de 0.062 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 45.69% con diámetro de 0.42 mm y limo con 6.42% con diámetro de 0.062 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 16.10% con diámetro de 0.42 mm y limo con 10.8% con diámetro de

0.062 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena fina con 37.19% con diámetro de 0.15 mm y limo con 2.06% con diámetro de 0.062 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 38.70% con diámetro de 0.42 mm, y escaso limo con 1.28 con diámetro de 0.062 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 33.62% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 1.41% con diámetro de 0.062 mm. En la E7 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 36.47% con diámetro de 0.42 mm y limo con 2.14% con diámetro de 0.062 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 39.17 % con diámetro de 0.074 mm y escaso limo con 0.42% con diámetro de 0.062 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 37.65% con diámetro de 0.42 mm y un mínimo de limo con 1.11% con diámetro de 0.062 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos, mediante la técnica del pipeteo, en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las nueve estaciones durante junio de 2020, fue la siguiente:

En la E1, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 41.99% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 5.11% con diámetro de 0.0039 mm. En la E2, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 46.12% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 42.81% con diámetro de 0.0039 mm. En la E3, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 30.25% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 39.07% con diámetro de 0.0039 mm. En la E4, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 50.50% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 2.01% de diámetro 0.0039 mm. En la E5, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 41.66% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 0.75% con diámetro de 0.0039 mm. En la E6, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 26.00% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 43.33% con diámetro de 0.0039 mm. En la E7, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 42.68% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 28.05% con diámetro de 0.0039 mm. En la E8, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 22.81% con diámetro de 0.0312 mm y con arcilla fue 42.11% con diámetro de 0.0039 mm. En la E9, el mayor

porcentaje se presentó en limo fino con 32.14% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla fue 37.14% con diámetro de 0.0039 mm.

**La materia orgánica, en julio 2020**, el porcentaje en cada una de las estaciones fue el siguiente, en la E1 fue 4.04%, en la E2 fue 3.18%, en la E3 fue 2.67%, en la E4 se obtuvo 1.35%, en E5 fue 7.05%, en la E6 fue 1.19%, en E7 fue 2.58%, en la E8 se obtuvo 3.80%, en la E9 fue 4.02%. En conclusión, la materia orgánica, osciló entre un máximo de 7.05% en la E5 y un mínimo que se ubicó en la estación E6 con 1.19% y un promedio de 3.32%.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las estaciones durante julio de 2020, fue la siguiente:

En la E1 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 61.09% con diámetro de 0.42 mm y limo con 1.35% con diámetro de 0.062 mm. En la E2 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 48.98% con diámetro de 0.42 mm y limo con 1.75% con diámetro de 0.062 mm. En la E3 el mayor porcentaje correspondió a arena muy fina con 32.10% con diámetro de 0.42 mm y limo con 10.0% con diámetro de 0.062 mm. En la E4 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 47.25% con diámetro de 0.42 mm y limo con 7.15% con diámetro de 0.062 mm. En la E5 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 47.07% con diámetro de 0.42 mm, y escaso limo con 8.41 con diámetro de 0.062 mm. En la E6 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 61.68% con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 5.75% con diámetro de 0.062 mm.

En la E7 se observó que el mayor porcentaje correspondió a arena media con 46.09% con diámetro de 0.42 mm y limo con 5.97% con diámetro de 0.062 mm. En la E8 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 44.70 % con diámetro de 0.42 mm y escaso limo con 0.42% con diámetro de 0.57 mm. En la E9 el mayor porcentaje correspondió a arena media con 69.91% con diámetro de 0.42 mm y un mínimo de limo con 4.11% con diámetro de 0.062 mm.

Respecto a la distribución textural de los sedimentos finos, mediante la técnica del pipeteo, en la Laguna del Valle de las Garzas, para cada una de las nueve estaciones durante julio de 2020, fue la siguiente:

En la E1, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 50.0% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 17.02% con diámetro de 0.0039 mm. En la E2, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 32.04% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 38.83% con diámetro de 0.0039 mm. En la E3, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 46.94% con diámetro de 0.063 mm y arcilla con 14.29% con diámetro de 0.0039 mm. En la E4, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 40.91% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 9.09% de diámetro 0.0039 mm. En la E5, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 28.43% con diámetro de 0.0156 mm y arcilla con 32.35% con diámetro de 0.0039 mm. En la E6, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 45.45% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 44.44% con diámetro de 0.0039 mm. En la E7, el mayor porcentaje se presentó en limo medio con 37.50% con diámetro de 0.0312 mm y arcilla con 3.13% con diámetro de 0.0039 mm. En la E8, el mayor porcentaje se presentó en limo fino con 44.68% con diámetro de 0.0156 mm y con arcilla fue 10.64% con diámetro de 0.0039 mm. En la E9, el mayor porcentaje se presentó en limo grueso con 46.30% con diámetro de 0.063 mm y arcilla fue 29.63% con diámetro de 0.0039 mm.

## VI. TENDENCIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

En agosto de 2019, la tendencia de la calidad ambiental de la zona no se pudo evaluar debido a las lluvias y al azolve de los canales de la laguna del Valle de las Garzas. Durante agosto los canales estuvieron azolvados y la draga estuvo trabajando en el polígono cercano al gavión que se encuentra en la comunicación laguna y Puerto Interior.

Durante septiembre, octubre, noviembre, diciembre 2019 y enero 2020, como consecuencia de las lluvias, entre otros, se siguieron azolvando los canales de la Laguna del Valle de las Garzas y la draga estuvo trabajando en el polígono cercano al gavión que se encuentra en la comunicación laguna y Puerto Interior y esto ocasiona suspensión del sedimento e impacto en la distribución del mismo en la laguna del Valle de las Garzas.

Durante febrero, marzo y abril de 2020, la draga continuó trabajando en el desazolve de los canales que se ubican en la parte Norte de la Laguna del Valle de las Garzas. Esto ocasionó suspensión del sedimento e impactó en la distribución del mismo en la laguna. Se registraron profundidades de hasta -5.0 m en algunos lugares de la laguna.

En mayo, junio y julio de 2020, la draga dejó de trabajar, a finales de abril, en el desazolve de los canales que se ubican en la parte Norte de la Laguna del Valle de las Garzas. Esto ocasionó suspensión del sedimento e impactó en la distribución del mismo en la laguna. Se registraron profundidades de hasta -5.0 m en algunos lugares de la laguna. En estos meses se encontró más estable la distribución de sedimentos.

### **VI.1. Sugerencias para Mejorar la Calidad Ambiental**

De agosto a diciembre de 2019, se sugirió que se terminaran los trabajos de dragado para conocer la disminución en el aporte de sedimentos hacia la Laguna del Valle de las Garzas. Además, para tener un mejor conocimiento de la distribución de los sedimentos, era preciso conocer la hidrodinámica de la zona de estudio en forma estacional, así como, el comportamiento de variables oceanográficas.

De enero a abril de 2020, fue necesario esperar que la draga terminara el trabajo para conocer la distribución y el aporte de sedimentos hacia la Laguna del Valle de las Garzas. Además, para tener un mejor conocimiento de la distribución de los sedimentos, es preciso conocer la hidrodinámica de la zona de estudio en forma estacional, así como, el comportamiento de variables oceanográficas.

En mayo de 2020, la draga terminó el trabajo del dragado de los canales, se espera que para junio se pueda conocer la distribución y el aporte de sedimentos hacia la Laguna del Valle de las Garzas. Además, para tener un mejor conocimiento de la distribución de los sedimentos, es preciso conocer la hidrodinámica de la zona de estudio en forma estacional, así como, el comportamiento de variables oceanográficas.

De junio a julio de 2020, después de que la draga terminó el trabajo del dragado de los canales, la distribución y el aporte de sedimentos hacia la Laguna del Valle de las Garzas fue más estable, siendo la arena media la que más predominó en casi todas las estaciones de muestreo. Además, para tener un mejor conocimiento de la distribución de los sedimentos, es preciso conocer la hidrodinámica de la zona de estudio en forma estacional, así como, el comportamiento de variables oceanográficas.

## VII. CONCLUSIONES

De agosto 2019 a julio 2020, de acuerdo al análisis granulométrico de los sedimentos en el área de estudio, se establece que se encontraron los siguientes grupos texturales:

Grupo I: Arenas medias, finas y muy finas.

Grupo II: Limos.

El contenido porcentual predominó en las arenas medias, arenas muy finas y limos, el primero aportado posiblemente por el flujo de marea a través de la boca de la laguna y el segundo por la vegetación que se encuentra alrededor del área de estudio.

La distribución textural del grupo de sedimento fino limo-arcilla a su vez se subdividió en: Limo grueso, limo medio, limo fino y arcilla, predominando los limos y arcillas.

Se observó una distribución granulométrica preferencial de los parámetros texturales de arena fina y limo.

Sin embargo, a partir de los histogramas de la distribución de frecuencias, que permiten una visualización rápida de las características generales del sedimento, se puede decir que el área de estudio presenta de manera global una preferencia a ser arenas finas con tamaños muy finos hacia limos.

Es decir, las 9 muestras de las estaciones están compuestas más por material limo-arcilla (0.063 y 0.0039 mm) y arenas (entre 0.42 mm y 0.07 mm).

El análisis de estas características requiere de una precisión detallada, con la finalidad de conocer y tener los parámetros suficientes para identificar posibles variaciones, así como la dirección de circulación de los sedimentos.

## VII. Bibliografía

- Badillo-Juárez y Rodríguez-Rico, 1997. Mecánica de Suelos. TOMO I. Fundamentos de la Mecánica de Suelos, Ed. Limusa. México.
- Barajas-Reyes J. L., 1985. Régimen de Mareas y Corrientes en las Bahías de Manzanillo y Santiago, Colima. Tesis. Instituto Oceanográfico del Pacífico. Secretaría de Marina, Armada de México.
- Carbajal Noel y Galicia Pérez Marco A., 2002. Earthquake-Induced Helmholtz Resonance in Manzanillo Lagoon, México. Revista Mexicana de Física. Vol. 48. No. 3. pag. 192-196.
- Clemente-Ramírez, R., 1991. Análisis de la Corriente Superficial de Marea en dos Puntos Fijos de la Bahía de Manzanillo, Colima. Tesis. Universidad de Colima. México.
- Coastal Sediment Processes. Coastal Engineering Research Center Manual, 2002. Part III. Department of the Army, U.S. Army Corps of Engineers, EM 1110-2-1100. U. S. A.
- Comisión Federal de Electricidad (CFE), 2008. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Regional. Proyecto Terminal de Gas Natural Licuado de Manzanillo. Comisión Federal de Electricidad-Universidad de Colima. México. México, D. F.
- Galicia-Pérez Marco A., Gaviño-Rodríguez J. y Torres-Orozco E., 2008. Aspectos de la Circulación Marina y el Oleaje en la Bahía de Manzanillo. Rev. IRIDIA No. 5. Universidad de Colima.
- Galicia-Pérez, Marco A., 1987. Modelación Hidrodinámica Numérica de las Bahías de Manzanillo y Santiago. Tesis de Maestría. U. N. A. M. México.
- Galicia-Pérez, Marco A., 1994. Aspectos de Modelación Numérica Tridimensional de la Bahía de Manzanillo. GEOS, Vol. 14, No. 5. Unión Geofísica Mexicana.



- Galicia-Pérez, M. A. y Gaviño, R. J., 1996. Estudio Numérico de Refracción de Oleaje y Circulación en la Costa de Colima. GEOS, Vol. 16, No. 4. U. G. M.
- Galicia-Pérez, M. A., y Gaviño, R., 2001. Análisis Espectral de Algunos Parámetros Meteorológicos en Manzanillo, Colima. GEOS, VOL. 21, No. 4. U. G. M.
- Gaviño-Rodríguez, J. y Galicia-Pérez, M. A., 1993. Modelación Hidrodinámica Numérica de Algunos Cuerpos de Agua de la Zona Económica Exclusiva de México. Reporte Interno CEUNIVO-Universidad de Colima. México. 155 pp.
- Gaviño-Rodríguez, J. y Galicia-Pérez, M. A., 1994. Estudio de Refracción de Oleaje en la Bahía de Manzanillo. Reporte Interno CEUNIVO-Universidad de Colima.
- Gaviño-Rodríguez, J. y Galicia-Pérez, M. A., 1995. Estudio de Refracción de Oleaje y de Oscilaciones del Nivel de Agua (seiches) en el Puerto Interior de San Pedrito en Manzanillo, Col. Reporte Interno CEUNIVO-Universidad de Colima.
- Gutierrez-Estrada Mario, Galaviz-Solis A., Castro-del Rio, A., 1987. Variación de la textura, densidad, porosidad y otras propiedades físicas de los sedimentos del talud continental al SW de la Península de Baja California, México. Contribución No. 624 del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- J.I.C.A. (Agencia Japonesa para la Cooperación Internacional), 1985. Draft Final Report for the Study on the Development Project of the Port of Manzanillo in the United Mexican States.
- Lancin-Monique y Carranza-Edwards A., 1976. Estudio Geomorfológico de la Bahía y de la Playa de Santiago en Manzanillo, Colima. Revista del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Meyer-Willerer A., Galicia-Pérez M., 2006. Caracterización y transporte de sedimentos en la costa norte de Colima. Los Recursos Pesqueros y Acuícolas de

- Jalisco, Colima y Michoacán. Ed. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de la Pesca. México, D. F.
- Peña-Valle, J., 2001. Análisis Espectral del Oleaje Incidente en las Bahías de Manzanillo. Tesis. Instituto Oceanográfico del Pacífico. Secretaría de Marina. Armada de México.
  - Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), 2001. PRY. PROYECTO; PUE. Puertos; 1. Estudios; 07. Estudios de Transporte Litoral; Caracterización Mineralógica y Granulometría de los Sedimentos. México.
  - Secretaria de Marina, 2019. Tablas Numéricas de Predicción de Mareas SM-O-117,
  - Secretaría de Marina, 1973. Estudio Geográfico de la Región de Manzanillo. Dirección General de Oceanografía. Secretaría de Marina. México.
  - Shore Protection Manual, 2001. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center. Vol. I y III. Washintong, U. S. A.
  - Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Jour. Geol.377-392. 30.