FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

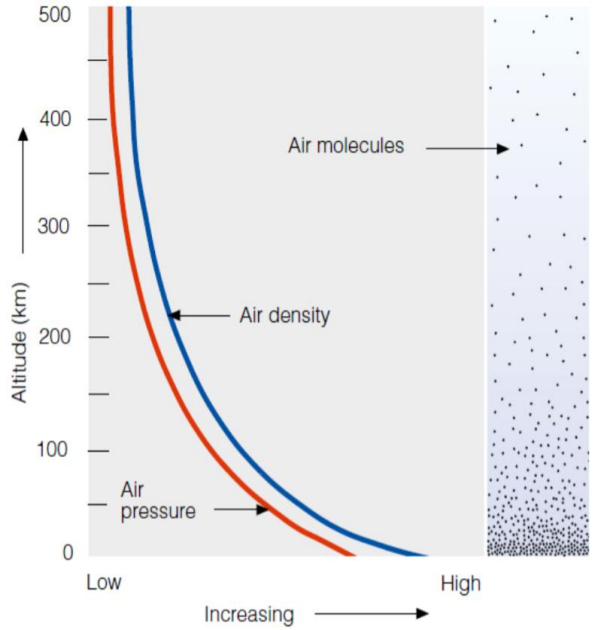
DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA RESERVA BIOLÓGICA LIMONCOCHA, NOVIEMBRE DE 2016 A JUNIO 2017.

Javier Valdivieso K.

INTRODUCCIÓN

ATMÓSFERA

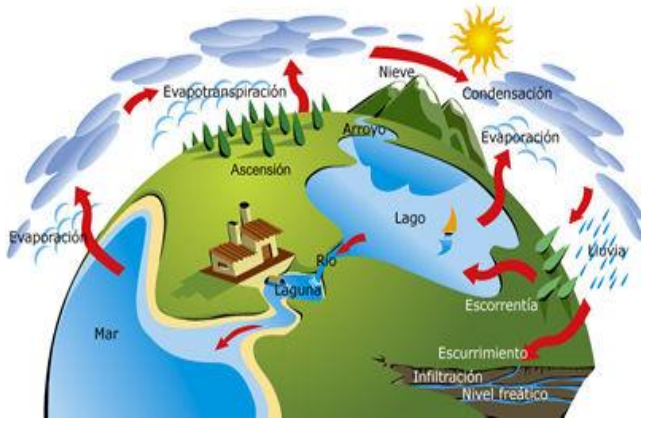
- Está compuesta por una mezcla de gases: N_2, O_2,CO_2 e inertes.
- Tiene una extensión de 500 km.



Fuente: Rendón (2012)

LLUVIA

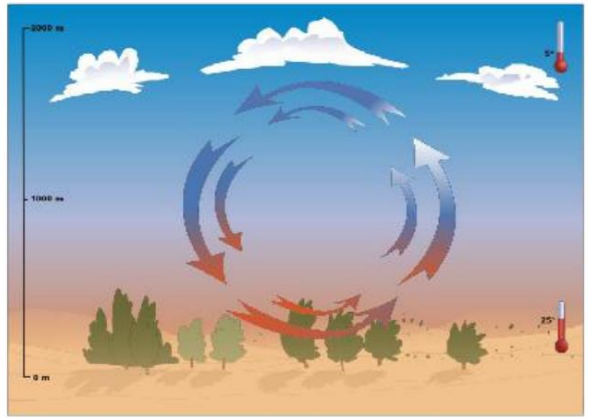
- Proceso en el cual se precipitan partículas líquidas de agua, mediante la condensación del vapor de agua al atravesar el aire frío.



Fuente: Rendón (2012)

VIENTO

- Masa de aire sujeta al movimiento en línea recta en función de la temperatura.



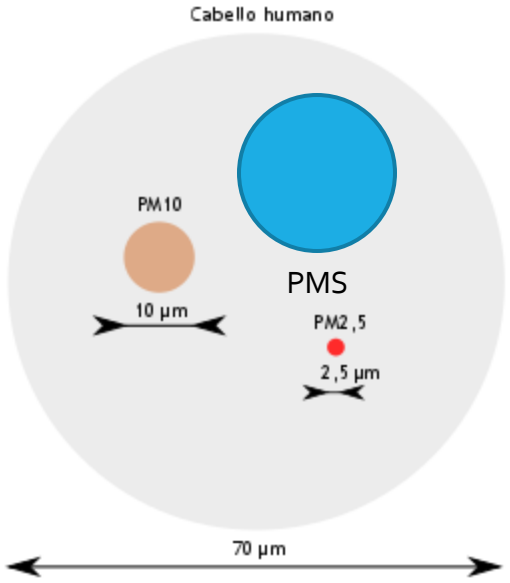
Fuente: Rendón (2012)

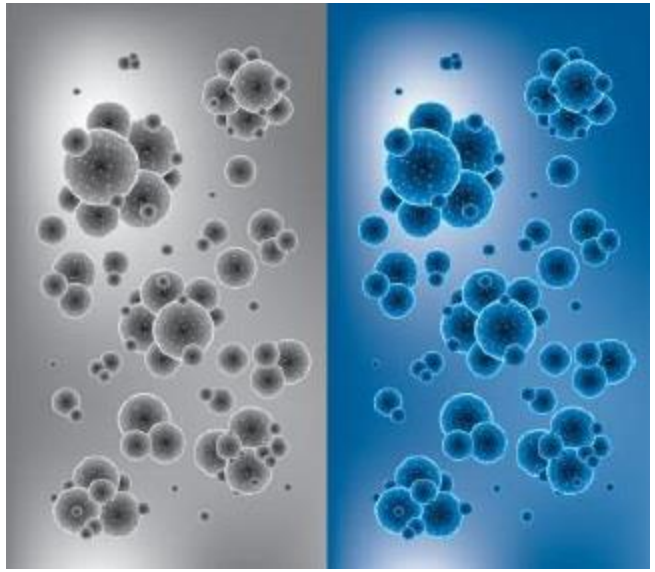
Contaminantes Atmosféricos

Fuente: Spiegel&Maystre (2004)

MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

- Se refiere a elementos sólidos de un diámetro aerodinámico entre 25 - 45 µm en forma de cúmulos de partículas, polvos, aerosoles, arenas etc. Estos se encuentran suspendidos en el aire por un lapso corto de tiempo. Su origen proviene principalmente de procesos de combustión en industrias (Manahan,2007).





OBJETIVOS

General:

- Evaluar la concentración de metales pesados en el material particulado sedimentable de la Reserva Biológica Limoncocha mediante muestreos mensuales a partir de Noviembre de 2016 a Junio de 2017 con la finalidad de conocer la dinámica de estos elementos dentro de la reserva.

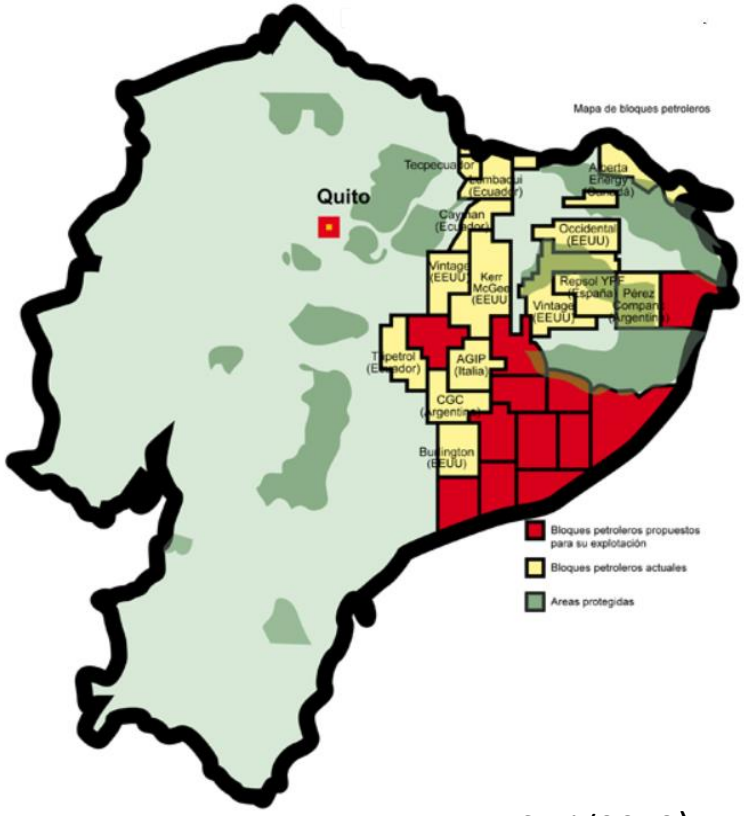
Específicos:

- Determinar los niveles in situ de pH y conductividad eléctrica del agua lluvia como parámetros de control a través de un equipo de medición.
- Analizar las concentraciones de metales pesados dentro del MPs para conocer si exceden los niveles máximos permitidos de la normativa aplicable. Por otro lado, también se evalúa la emisión de MPs al ambiente.

ÁREA DE ESTUDIO Y PUNTO DE MUESTREO

AMAZONIA ECUATORIANA

- Esta región ha sido explotada por sus recursos naturales desde 1928 hasta la actualidad, teniendo su auge en la década de los 80 con la exploración y explotación de varios campos petroleros, al igual que la operación de la refinería de Esmeraldas. Esto ha derivado en que la balanza económica del país este inclinada hacia el lado de la refinación del petróleo (Cevallos,2010).
- En contraste, esta región posee la mayor cantidad de reservas natural del país. Esto se ha convertido en un problema ya que la contaminación ambiental ha sobrepasado niveles alarmantes(Cevallos,2010).

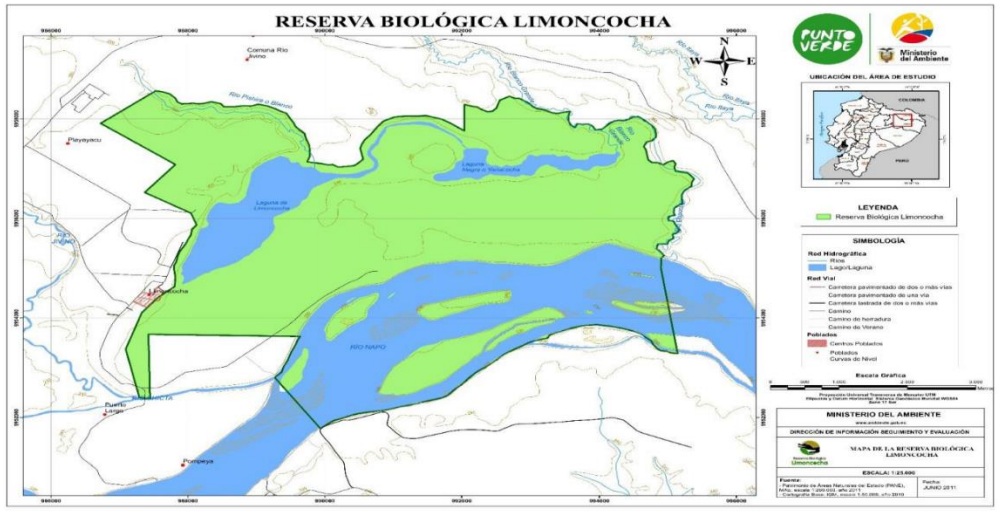


Fuente: YanaCuri (2013)

ÁREA DE ESTUDIO Y PUNTO DE MUESTREO

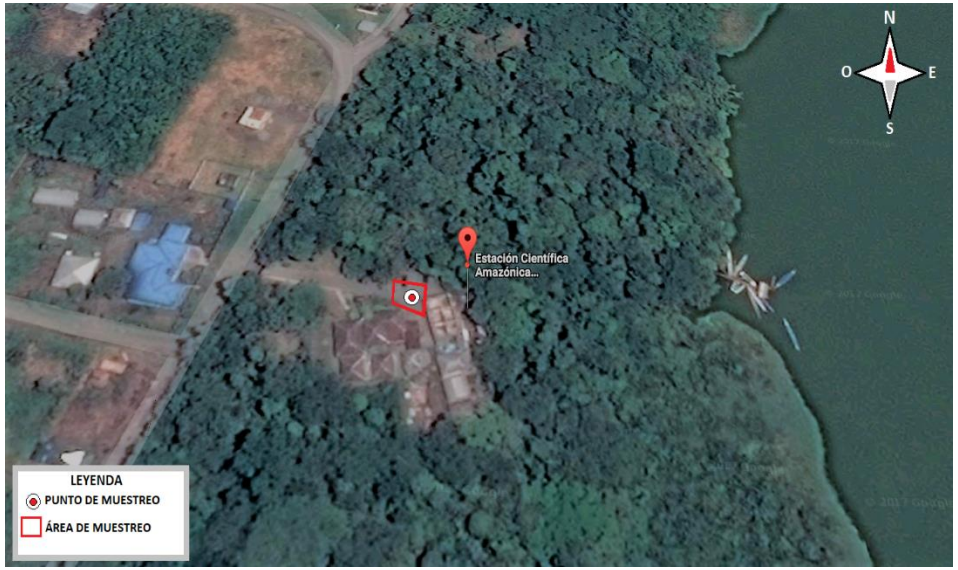
RESERVA BIOLÓGICA LIMONCOCHA

- Limoncocha es una parroquia rural con una extensión de 4613 hectáreas, se encuentra ubicada en el cantón Shushufindi, en la provincia de Sucumbíos (Madera, 2011).
- Fue nombrada como Reserva Biológica en el año de 1985, teniendo como objetivo principal la protección de la Laguna de Limoncocha (MAE,2011).
- Fue reconocida como sitio RAMSAR por la UNESCO en 1998, siendo un emblema de conservación y estudio en la región amazónica ecuatoriana (MAE,2011).



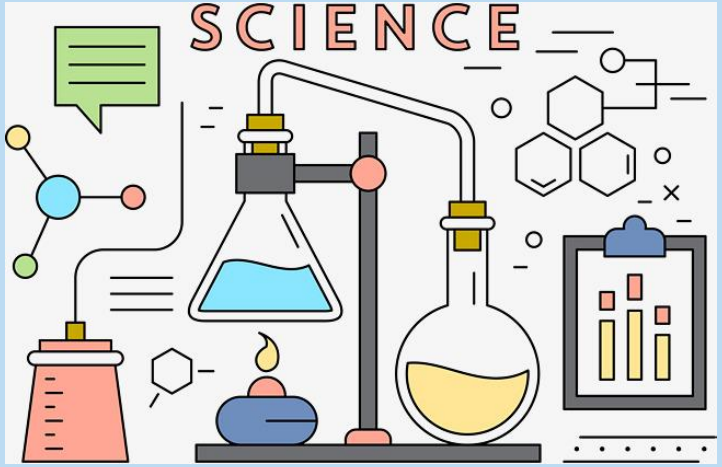
Fue

- Se estableció el punto de muestreo en el área más próxima a la Laguna Limoncocha. De igual manera se cumplió con las recomendaciones establecidas en la Instrucción Técnica del Control de las Emisiones Difusas de Partículas a la Atmósfera.



Fuente: Valdivieso K (2016)

METODOLOGÍA



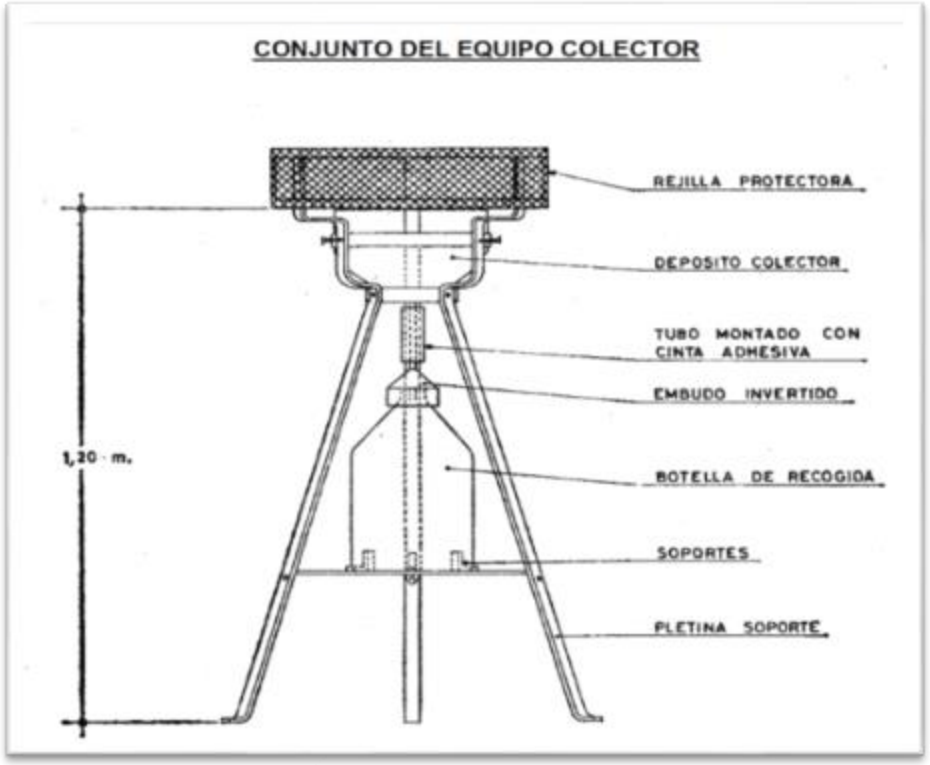
1

2

3

METODOLOGÍA DE CAMPO

Para esta etapa, se construyó y montó un equipo de muestreo pasivo capaz de colectar el Material Particulado Sedimentable. Este está basado en la Instrucción Técnica del Control de las Emisiones Difusas de Partículas a la Atmósfera.(LRM,2013) del Gobierno de Cantabria España. Se tomaron muestras mensuales, desde Noviembre de 2016 a Junio de 2017, las cuales fueron transportadas para su posterior análisis, mediante una caneca hermética.



Fuente: Instrucción Técnica de Control de las Emisiones de Partículas

Fuente: Valdivieso K (2016)

Se tomó mediciones mensuales in situ de conductividad eléctrica y pH del agua de lluvia, a manera de parámetros de control.

METODOLOGÍA DE LABORATORIO

1 **FILTRACIÓN** → 2 **SECADO**

Se montaron una serie de soportes universales, embudos y balones aforados de 1 L de volumen. Se procedió a colar el agua lluvia a través de papeles filtro cuantitativos previamente pesados y numerados.

Se secaron los papeles filtro en la estufa por 24 horas a 105°C, para eliminar la humedad.

3

GRAVIMETRÍA

Este método indirecto basado en el Estándar Methods: 2540B ¨Sediments¨ consiste en pesar el precipitado obtenido totalmente seco. Este dato permitió conocer la masa de Material Particulado Sedimentable.

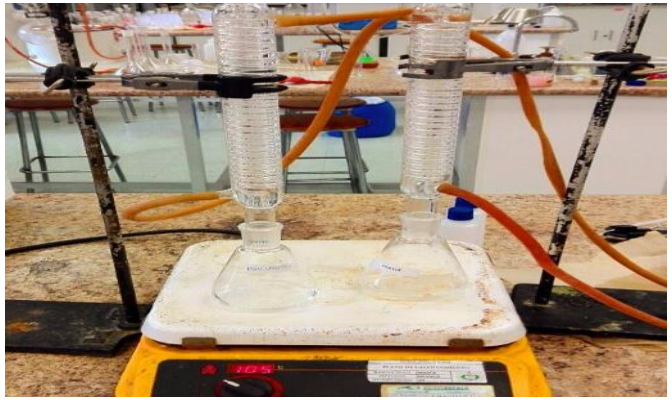
4

INCINERACIÓN

Se depositan los papeles filtro en un crisol de porcelana, para someterlos a un proceso de incineración en mufla por 6 horas a 800°C, obteniéndose cenizas del sedimento.

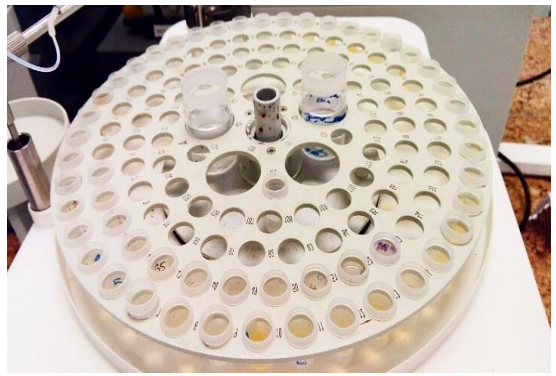
5 DIGESTIÓN

Se procedió a realizar el método EPA 3050B ¨Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils¨, el cual explica que: se debe pesar de 1-2 gramos de muestra seca (en este caso, las cenizas obtenidas) y se coloca en un Erlenmeyer de 250 mL de volúmen. Con una pipeta se añadió 5 mL de agua destilada y 5mL de ácido nítrico puro. Instalado el sistema de reflujo abierto con tubos Graham y una plancha, se calentó el Erlenmeyer a una temperatura de 90 a 95 °C por 10 minutos, luego se adicionó 5mL de peróxido de hidrógeno al 30% cada 5 minutos, hasta que cesó el burbujeo.

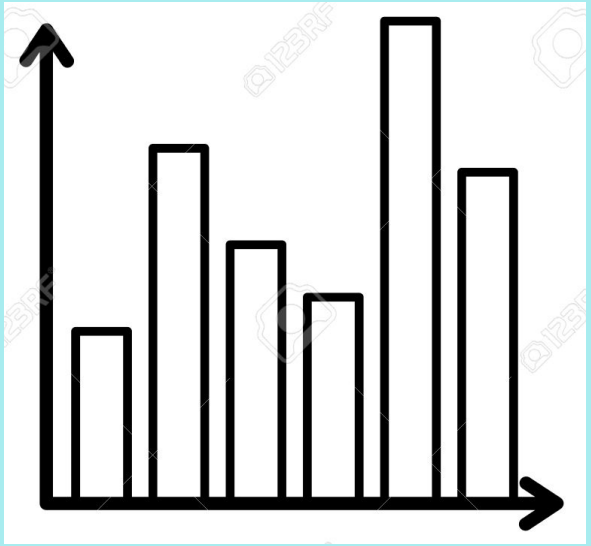


6 ANÁLISIS

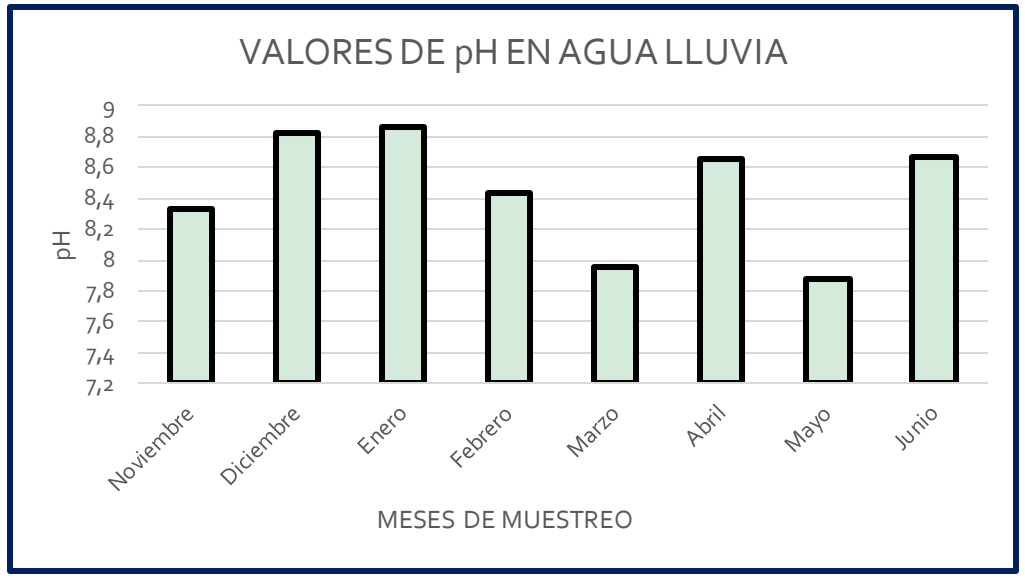
Para la medición de metales pesados, se procedió a utilizar el Espectrofotómetro con Horno de Grafito. Se prepararon los estándares para cada uno de los metales medidos. Se colocaron las muestras en frascos de 1mL de capacidad y se configuró el equipo a las características deseadas. Finalmente se obtuvo la concentración de metales pesados en el Material Particulado Sedimentable.



RESULTADOS

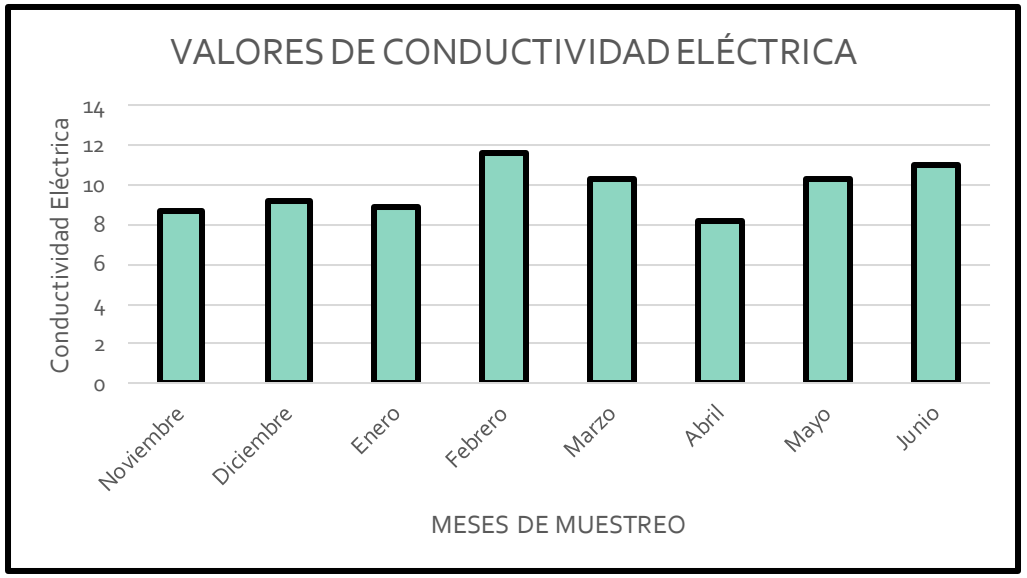


PONTENCIAL HIDRÓGENO



El valor más alto de pH se registró en Enero de 2017, siendo **8,86** mientras que el más bajo se sitúo en el mes de Mayo del mismo año con un valor de **7,88.**

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



El valor mínimo de conductividad eléctrica fue en Abril 2017, siendo **8,15 µS/cm**. En contraste con el máximo de **11,67 µS/cm** en el mes de Febrero del mismo año.

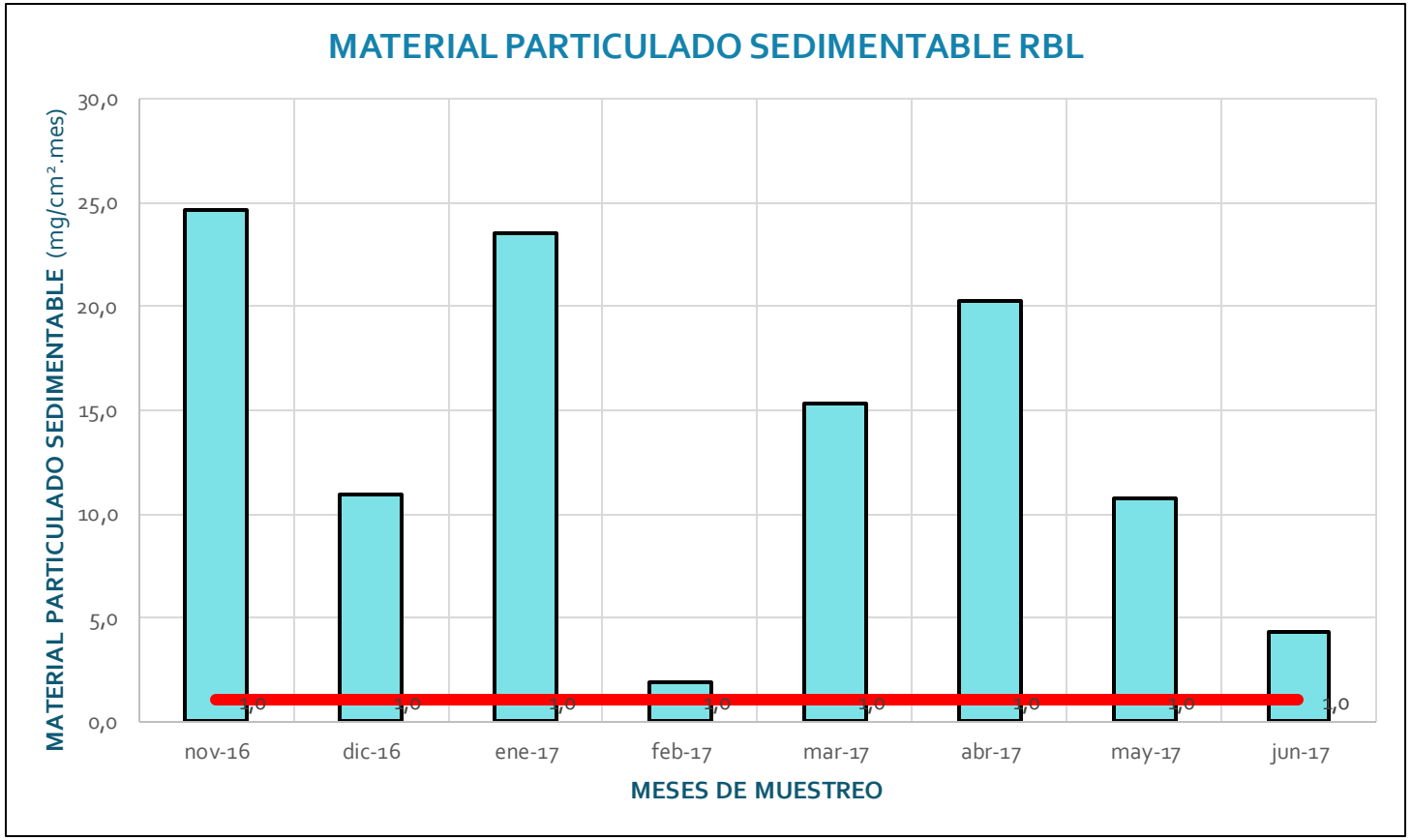
CANTIDAD (mg/m2) DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA RBL

TABLA MODELO DE REPORTE MENSUAL

MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE RBL					
No.MUESTREO	FECHA MUESTREO	#PAPEL FILTRO	PFS [g]	PFP[g]	VOLÚMEN FILTRADO [L]
1	1/11/2016	1	0,8663	0,8783	1
		2	0,8672	0,8829	1
		3	0,8678	0,8813	1
		4	0,8581	0,8824	1
		5	0,8556	0,8696	1
		6	0,8799	0,8840	1
		7	0,8824	0,8911	1
		8	0,8913	0,9015	0,3
SUMATORIA			6,9686	7,0711	7,3
DIFERENCIA DE PESOS PSM-PCM[mg]			0,000103		
Concentración en mg MPS/L lluvia recolectada/mes			0,000014		
D equipo (mm)			230		
FACTO F= 127,3 *10^4/D^2 MÉTODO DE TOMA DE MUESTRAS DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES Gobierno de Cantabria			24,06		
Material particulado sedimentable (mg/m^2) = Diferencia de pesos (mg) * Factor de Corrección (m^{-2}) MÉTODO DE TOMA DE MUESTRAS DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES Gobierno de Cantabria			2,467E-03		

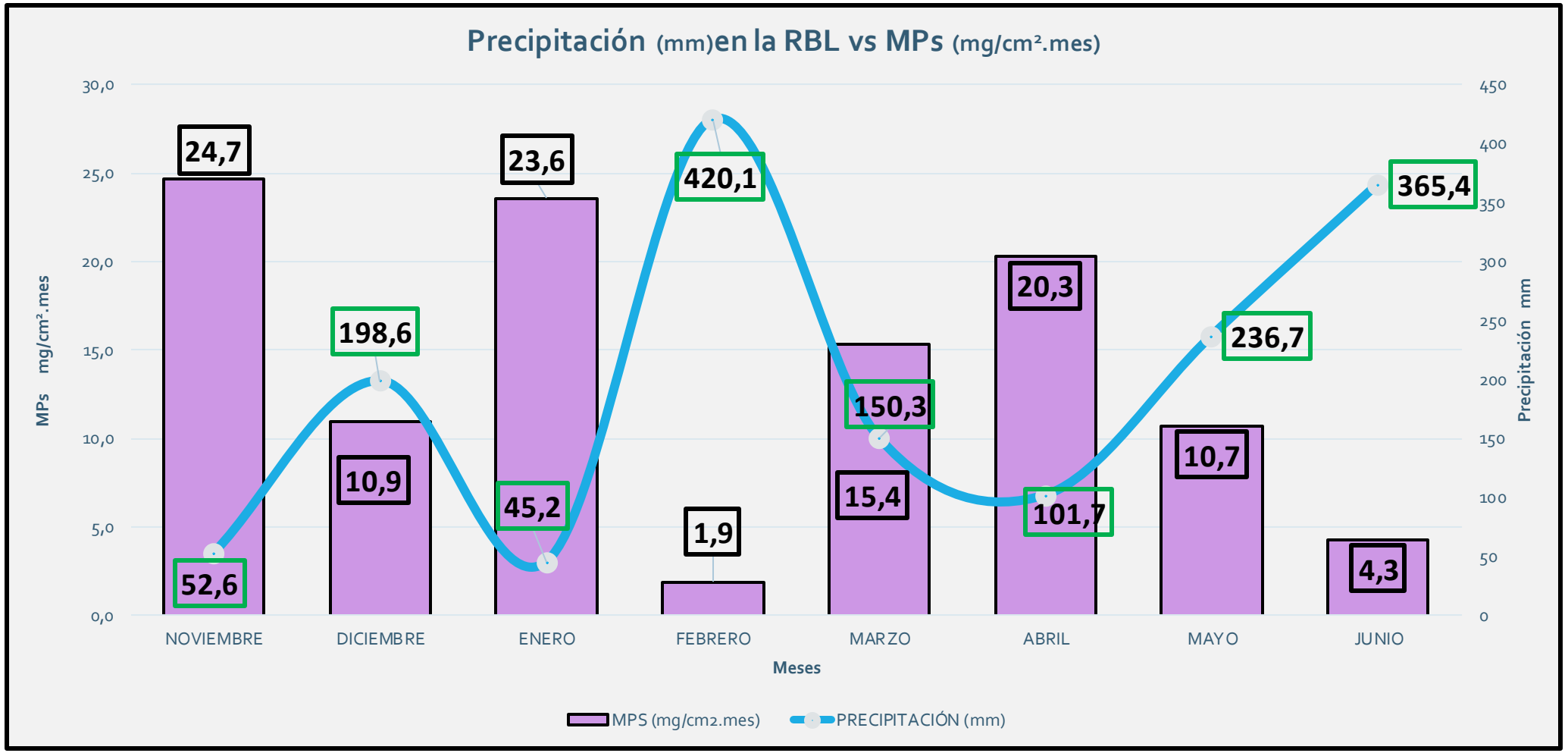
CANTIDAD (mg/m2) DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA RBL

REPORTE TOTAL DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA RBL				
N°	MES/AÑO	MPS (mg/m^2.mes)	MPS (mg/cm^2.mes)	MPSmx (mg/cm^2.mes)
1	nov-16	2,467E-03	24,7	1,0
2	dic-16	1,095E-03	10,9	1,0
3	ene-17	2,358E-03	23,6	1,0
4	feb-17	1,903E-04	1,9	1,0
5	mar-17	1,535E-03	15,4	1,0
6	abr-17	2,029E-03	20,3	1,0
7	may-17	1,071E-03	10,7	1,0
8	jun-17	4,283E-04	4,3	1,0

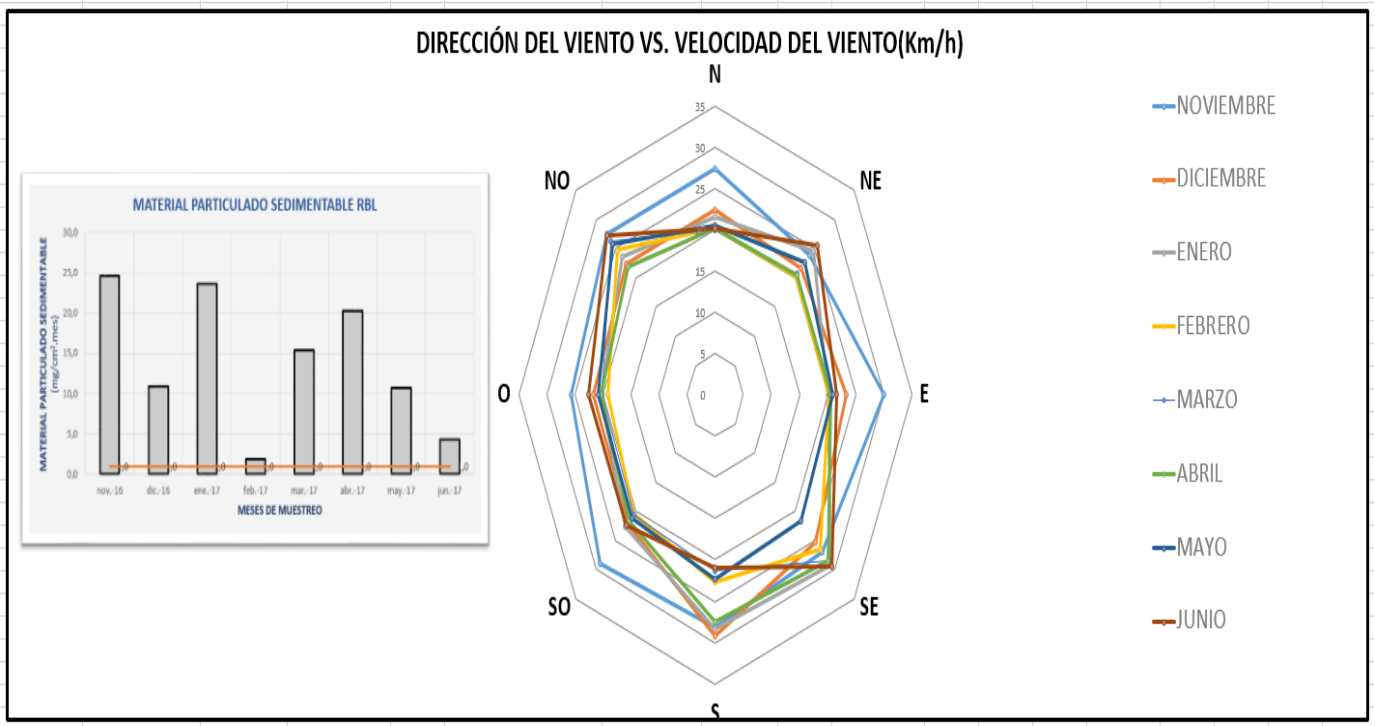


El mes con mayor cantidad de MPs fue Noviembre de 2016 con un valor de 24,7 mg/cm^2, mientras que el mes con menor cantidad de MPs fue Febrero de 2017 con: 1,9 mg/cm^2.

FIGURA DE RELACIÓN ENTRE PRECIPITACIÓN Y MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE RECOLECTADO EN LA RBL



DIRECCIÓN DEL VIENTO EN LA RESERVA BIOLÓGICA LIMONCOCHA Y MPs



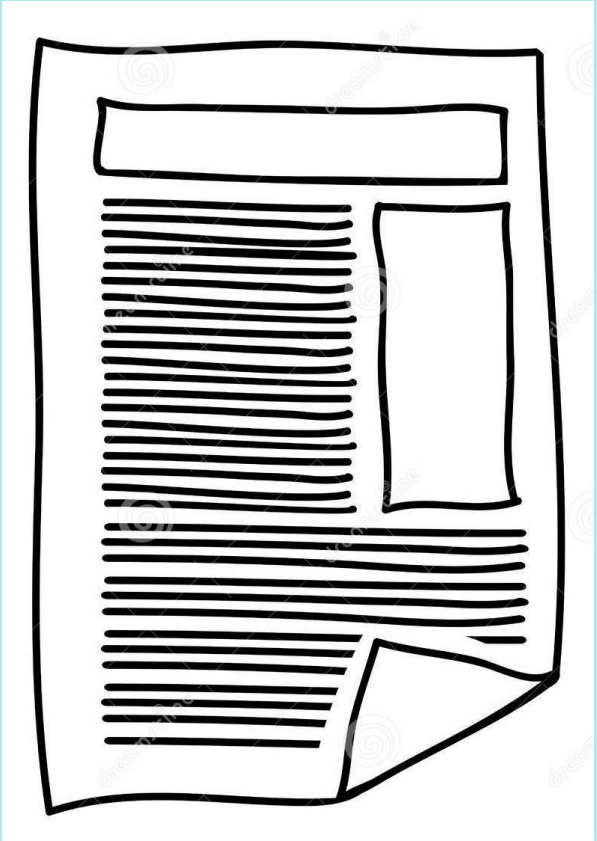
METALES PESADOS EN MPS

CONCENTRACIÓN (ppb) DE METALES PESADOS EN EL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE								
ELEMENTO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8
CADMIO	4,49	10,55	13,47	7,63	6,37	62,29	4,41	40,77
COBALTO	12,54	11,36	13,65	9,36	8,52	22,58	17,3	31,6
COBRE	164,70	58,31	95,02	126,48	111,58	153,4	103,49	172,31
MANGANESO	4,20	4,86	3,88	2,50	2,97	4,47	3,21	4,24
NIQUEL	9,39	8,11	10,75	4,02	24,81	7,58	2,52	2,63
PLOMO	ND	0,40	33,16	167,93	22,62	13,67	ND	ND
VANADIO	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ZINC	1,54	2,98	17,62	15,68	13,20	1,51	1,99	1,02

Cu Este es el metal pesado con mayor concentración de las muestras analizadas.

Mn Metal con menor concentración en el total de muestras analizadas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



1.
2.
3.

CONCLUSIONES

- Los niveles medidos de pH y Conductividad eléctrica con valores máximos de **8,86** y **11,67** µS/cm respectivamente, indican que el agua lluvia de Limoncocha esta dentro de los valores guía que recomienda la O.M.S. Estos son: para pH: entre 6,5-8,5, para conductividad:1500 µS/cm a 25°C.
- El Material Particulado Sedimentable excede el nivel mensual de inmisión establecido en el Acuerdo Ministerial 050, con un valor límite de **1mg/cm^2 * 30 días;** ya que el valor máximo alcanzado en el muestreo es de **24,7 mg/cm^2 * 30 días**.
- Se evidenció el contenido de metales pesados dentro del Material Particulado Sedimentable, teniendo **Cobre** como el metal con mayor presencia dentro del análisis, con un valor promedio de **123,16 ppb**. Por otro lado, **Manganeso** es el metal con menor concentración, con un valor promedio de 3**,79 ppb.** De la misma manera existe presencia de Cadmio, Cobalto, Níquel, Plomo y Zinc lo cual delata un foco de aportación de estos metales dentro de la Reserva Biológica Limoncocha.

CONCLUSIONES

- Dentro de la composición del Material Particulado Sedimentable existen partículas solubles e insolubles, por lo tanto el MPS al ser arrastrado por el viento en dirección a la Laguna Limoncocha, aporta a la composición de los sedimentos mediante las partículas insolubles antes mencionadas. Esto se evidenció gracias al análisis de la concentración de metales pesados, en este caso **Cobre** ya que el contenido mayoritario analizado en el MPS tiene un valor promedio de **123,16 ppb,** que al compararse con la investigación realizada por Ochoa (2017) se obtuvo un valor promedio de **85.53 ppm** de concentración de **Cobre**, siendo el metal con mayor presencia en sedimentos.

RECOMENDACIONES

- Es necesario ampliar la red de puntos de muestreo para conocer si existen más aportaciones de Material Particulado Sedimentable, por ejemplo en las inmediaciones de las comunidades y dentro del área de influencia de los pozos petroleros que se encuentran dentro de la Reserva Biológica Limoncocha. Esto con el fin de llegar a una mejor idea de la calidad de aire de la RBL.
- Mantener la continuidad de estudios periódicos para conocer los niveles de metales pesados en los distintos recursos (agua, aire, suelo, y sedimentos), ya que estos elementos, debido a su alta toxicidad representan un peligro para la salud de la población, al igual que el mantenimiento natural de las condiciones ambientales de la Reserva Biológica Limoncocha.
- Es necesario realizar más estudios sobre este tema ya que si bien, dentro de la legislación nacional ecuatoriana, existe un valor límite para la cantidad de Material Particulado Sedimentable emitido al ambiente ($1mg/cm^2$ * 30 días). Esta no aclara el contenido del mismo, por lo tanto, para complementar, sería óptimo exigir la caracterización del PMS y de esta manera regular su cantidad de acuerdo al sitio de emisión.
- Dentro de la normativa ecuatoriana no se especifica un equipo de muestreo para medir Material Particulado Sedimentable, si no se hace referencia a la captación de estas partículas en envases abiertos. Por lo tanto se sugiere mantener un muestreador estándar para le medición de este parámetro, con el fin de obtener datos fiables para la cuantificación del mismo.