

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

“VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018”

Realizado por:

PAULINA ALEJANDRA ACOSTA ALBÁN

Director del proyecto:

Miguel Martínez-Fresneda Mestre Ph.D.

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA AMBIENTAL

Quito, 24 de julio de 2018

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, PAULINA ALEJANDRA ACOSTA ALBÁN, con cédula de identidad # 172269320- 5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



FIRMA Y CÉDULA
1722693205

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**"VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y
NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018"**

Realizado por:

PAULINA ALEJANDRA ACOSTA ALBÁN

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

MIGUEL MARTINEZ-FRESNEDA

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

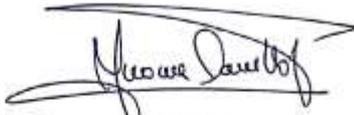
EMMA IVONNE CARRILLO PAREDES

JOHANNA MEDRANO

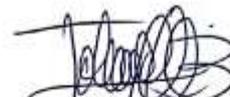
Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

Quito, 24 de JULIO de 2018

RESUMEN

En los últimos 5 años, la Laguna de Limoncocha ha sido objeto de investigaciones científicas debido a su alta diversidad de especies lacustres. Estudios previos, han recopilado información acerca del comportamiento hidroquímico de la laguna, para establecer modelos que reflejen tal dinámica en diferentes periodos. En estos estudios se recomendaba ampliar la información del humedal para evitar sesgos de investigación en este tema. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es identificar distintos procesos hidroquímicos que existen en los periodos de ausencia y presencia de luz, durante los meses de diciembre del 2017 a marzo del 2018 en la laguna de Limoncocha. Se identificaron a criterio cinco puntos representativos del humedal: dos de ellos en las desembocaduras de los ríos afluentes (Pishira y Playayacu) y los tres restantes a lo largo de un eje transversal a la laguna (Caño, Zona Profunda y Muelle). Se realizaron tres tipos de análisis estadísticos: descriptivo, bivariado y multivariado para evidenciar si existe o no variabilidad entre los parámetros fisicoquímicos diurnos y nocturnos. Se realizó un análisis de perfiles hidroquímicos para conocer el comportamiento de parámetros a medida que la profundidad aumenta. Como resultado se evidenció una variabilidad significativa en dos de los cinco parámetros in situ, pH y oxígeno disuelto, debido a que éstos se encuentran ligados con procesos de óxido reducción y fotosintéticos respectivamente. En el análisis de componentes principales se obtuvo un porcentaje de variabilidad de casi un 83%, optimizando el modelo actual propuesto.

Palabras Claves: Humedales, Limoncocha, Procesos Hidroquímicos, Variabilidad.

ABSTRACT

In the last 5 years, the Limoncocha Lagoon has been the subject of scientific research due to its high diversity of lacustrine species. Previous studies have compiled information about the hydrochemical behavior of the lagoon, to establish models that reflect such dynamics in different periods. However, it is recommended to expand the wetland information to avoid research biases in this area. Therefore, the objective of this work is to identify different hydrochemical processes that exist in the periods of absence and presence of light, during the months of December 2017 to March 2018 in the Limoncocha lagoon. Five representative points of the wetland were identified: two of them in the mouths of the affluent rivers (Pishira and Playayacu) and the three remaining along a transversal axis to the lagoon (Caño, Deep Zone and Pier). Three types of statistical analysis were performed: descriptive, bivariate and multivariate to show whether or not there is variability between the diurnal and nocturnal physicochemical parameters. An analysis of hydrochemical profiles was performed to know the behavior of parameters as the depth increases. As a result, significant variability was evidenced in two of the five in situ parameters, pH and dissolved oxygen, due to the fact that they are linked with reduction and photosynthetic oxide processes, respectively. In the analysis of main components a percentage of variability of almost 83% was obtained, optimizing the current proposed model.

Key Words: Wetlands, Limoncocha, Hydrochemical Processes, Variability.

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Introducción

La intervención del ser humano a través de ciertas actividades económicas, ha provocado alteraciones en el ritmo natural de diferentes ecosistemas, principalmente de tipo acuático (Álvarez, Aru, Barrero, Gonzáles & Sepúlveda, 2012). La deforestación, la adición excesiva de fertilizantes en la agricultura, la lixiviación de purines que provienen de la ganadería y las emisiones de gases procedentes de fábricas industriales asociados a la lluvia ácida, son considerados focos directos de contaminación hacia cuerpos de agua cercanos (Silva, Cobelas & Gonzáles, 2017).

Si bien es cierto, en lagos, lagunas, ríos y en otros cuerpos de agua, el índice de suministro de nutrientes, principalmente de nitrógeno y fósforo, está considerado como el factor limitante crítico para la producción primaria; cuando este aporte se vuelve continuo, origina una acumulación e incremento de dichos nutrientes, que pueden desencadenar alteraciones en los ecosistemas, dando como resultado el proceso conocido como eutrofización (Magaña, 2004).

Cuando un cuerpo de agua llega a enriquecerse de tales nutrientes y empieza el proceso de eutrofización, se presentan varios cambios. Como consecuencia del crecimiento y reproducción acelerada de productores primarios acuáticos fotosintéticos, principalmente de fitoplancton, se eleva el grado de turbiedad del agua y a su vez, el oxígeno disuelto empieza a disminuir. Dado que la vegetación cubre toda la superficie, el oxígeno producto de la fotosíntesis del fitoplancton, no es suficiente para abastecer a aguas mucho más profundas, por lo que la vegetación acuática sumergida empieza a desaparecer (Franco, Manzano & Cuevas, 2010).

Una vez que el fitoplancton cumple su comportamiento lógico (crecimiento exponencial, estado estable, decrecimiento, y muerte), se producen depósitos espesos de

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

detritos, generando descomponedores (bacterias), que afectan directamente al proceso de respiración. Producto de esto, es el agotamiento del poco oxígeno disuelto existente, lo que conlleva a la sofocación de peces y crustáceos. Finalmente, las bacterias realizan procesos de oxidación lo que mantienen el agua sin oxígeno disuelto con los consiguientes procesos de reducción, generando amoníaco y sulfuro de hidrogeno en el fondo del cuerpo de agua (Franco, Manzano & Cuevas, 2010).

El proceso de eutrofización se ha convertido la principal amenaza para ecosistemas lacustres, debido a los efectos que este produce en la estructura y comportamiento de las comunidades acuáticas. Se han presentado casos, en los que un cuerpo de agua pasa de un estado oligotrófico a un eutrófico en menos de 10 años, por lo que se considera un problema ambiental con un enfoque a la calidad del agua (Escobedo, 2010).

Por esta razón, se han realizado investigaciones enfocadas en temas de eutrofización de cuerpos de agua para llevar a cabo soluciones que permitan su conservación o mitigación de daños ambientales, evitando la pérdida o degradación total de estas fuentes hídricas vitales (Montes & Sala, 2007).

Desde 1960, se han creado varias convenciones que han sido responsables del cuidado y conservación de los ecosistemas acuáticos. Una de ellas es la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada Convención de Sitios RAMSAR (Astrálaga, 2006). En el Ecuador existen aproximadamente 14 sitios RAMSAR a lo largo de las cuatro regiones (Molina, 2012), siendo la Reserva Biológica de Limoncocha el punto de estudio del presente trabajo.

La Reserva Biológica Limoncocha es un ecosistema que alberga uno de los humedales de importancia internacional: la laguna de Limoncocha. Esta laguna es sujeto de una elevada influencia antropogénica, ya que es un cauce receptor de aguas contaminadas con productos

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

utilizados en la agricultura que se realiza alrededor de la misma y cerca de los ríos aportantes directos a la laguna de Limoncocha (Napo, Pishira, Playayacu y Blanco) y también de aguas contaminadas procedentes de actividades hidrocarburíferas (Armas & Lasso, 2011).

Se han realizado estudios previos en la Laguna de Limoncocha que aportan a la información del estado hidroquímico actual de la misma. En el año 2016, se realizó un análisis hidrogeoquímico de la laguna en cuanto a calidad de agua que permitió establecer las tendencias y los posibles procesos hidrogeoquímicos que en ella se producen, dando como resultados que los niveles de los metales pesados se encuentran dentro de norma, a excepción del cobre, el amonio y el cloro. Esta investigación también aportó a la caracterización del estado trófico de la laguna y a conocer que procesos químicos podrían estar generando problemas que causen la eutrofización (Carrillo, 2016).

En el periodo 2012-2013, se realizó un estudio enfocado en la interpretación del comportamiento de la laguna a través de las variaciones físicoquímicas. Como primer resultado se obtuvo que, entre los meses enero-octubre, la laguna se encontraba en un estado de estratificación térmica y en los meses restantes jornadas de mezcla, por lo que se consideró al cuerpo léntico, polimíctico cálido discontinuo (Hernández, 2015).

Otro estudio realizado fue en el periodo 2016-2017, en el que se obtuvo como resultado 8 periodos de mezcla entre los meses febrero-diciembre (2016) y entre enero-marzo (2017), 6 periodos de estratificación. Toda la información recolectada en tal periodo permitió sentar las bases para la elaboración de un modelo hidroquímico de la RBL (Chiriboga, 2017). Finalmente se realizó un tercer estudio en el mismo periodo, enfocado al estado trófico de la laguna, el cual tuvo como resultado que dicho cuerpo de agua se encuentra en un estado de meso-eutrofia (Rodríguez, 2017).

Tanto el comportamiento hidroquímico de la laguna como el estado trófico de la misma, se pueden analizar y explicar, mediante el desarrollo de modelos estadísticos. Los

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

datos de entrada para el modelo se basan en la información fisicoquímica obtenida en la laguna de Limoncocha. En los estudios previos mencionados, se han recopilado datos únicamente diurnos, por lo que no se tiene un información del comportamiento hidroquímico en el que se evidencien las eventuales variaciones diarias (incluyendo las nocturnas) de la laguna.

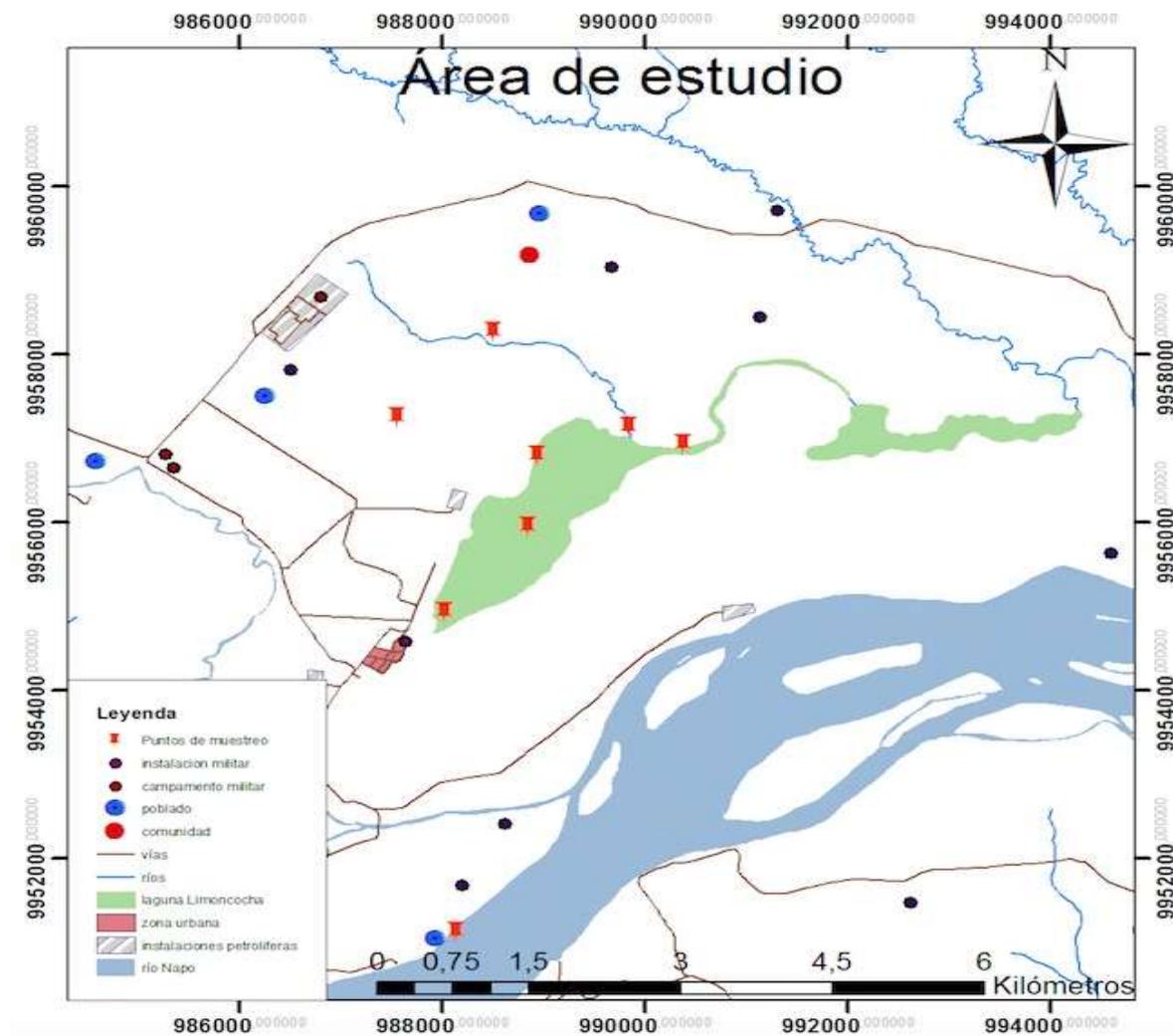
El presente trabajo incorpora los datos recolectados en el periodo nocturno que ayudarán a tener un modelo completo óptimo de la laguna, a partir del Análisis de Componentes Principales propuesto por Chiriboga en el 2017, evidenciando las variaciones fisicoquímicas diarias que puede tener la laguna de Limoncocha. De igual forma se establecerá el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en periodos de ausencia y presencia de luz, durante los meses diciembre del 2017 a abril del 2018 en dicha laguna.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

La Reserva Biológica de Limoncocha (RBL) se encuentra ubicada en el cantón Shushufindi, en la provincia de Sucumbíos, en la región Amazónica del Ecuador. Tiene una extensión aproximada de 4613 hectáreas y un rango altitudinal hasta 213 metros (MAE, 2015). Dentro de la RBL se encuentra la laguna que lleva su nombre. Ésta se ubica al norte del Río Napo y dentro de la cuenca del Río Cupuyu, siendo los ríos: Playayacu, Pishira y Blanco tributarios a la laguna (Ordóñez, 2013).

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''



Elaborado por: Chiriboga & Rodríguez (2017)

Diseño Muestral y Métodos de Campo

Periodo Diurno

Se realizó un diseño de muestreo para el periodo comprendido entre Diciembre del 2017 a Marzo del 2018, en cinco puntos de la Laguna, dos puntos de las desembocaduras de los ríos afluentes: Pishira y Playayacu; tres puntos referentes a una distribución transversal de la laguna: Caño, Zona Profunda y Muelle; tres puntos en los ríos: Napo, Playayacu y Pishira.

Cabe recalcar que los puntos mencionados anteriormente fueron seleccionados utilizando una metodología “a criterio” teniendo como base los estudios previos realizados en esta laguna.

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Se tomaron muestras a profundidad cada 40 cm, desde la superficie hasta el sedimento, con ayuda de un muestreador Van Dorn. Debido a la escasa profundidad de los tributarios de la laguna, se tomaron muestras superficiales en los ríos Napo, Pishira y Playayacu. Las muestras se sellaron y conservaron en refrigeración para su transporte hasta el laboratorio (Carrillo, 2016).

Parámetros Físicoquímicos

Se han realizado varios estudios en cuerpos de agua similares a la laguna de Limoncocha. Este es el caso de estudio de la laguna de Sonso en la cuenca alta del Río Cauca, en el cual especifica parámetros de calidad de agua indispensables para establecer el comportamiento hidroquímico de una laguna de este tipo (Peña, Cantera & Muñoz, 2012). Por lo tanto, se midieron *in situ* los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura y potencial redox, cada 20 cm de profundidad. Se utilizó un multiparámetro de marca HACH con sus respectivas sondas. En el periodo diurno se tomaron muestras desde las 8:00 am hasta las 12:00 pm. Se escogió este rango de horas ya que el sol se encuentra en su altura máxima por lo que la radiación y por lo tanto la temperatura, serán máximas.

Periodo Nocturno

Se realizó el mismo diseño de muestreo que en el periodo diurno, con la diferencia de que no se tomaron muestras para análisis de laboratorio, únicamente se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos anteriormente mencionados cada 20 cm de profundidad. En el periodo nocturno se tomaron muestras desde las 4:00 am hasta las 6:00 am. Se escogió este rango de horas ya que debido a la ausencia de radiación en las horas precedentes se prevé una temperatura mínima.

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Métodos de Laboratorio

Las muestras recolectadas se llevaron a los laboratorios de la Universidad Internacional SEK para ser analizadas. Se utilizaron dos tipos de modelos de espectrofotómetros marca HACH (DR4000 y DR2800). En éstos se midieron los siguientes aniones: cloruro (Cl^-), fosfato (PO_4^{3-}), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3 - \text{N}$) y sulfato (SO_4^{2-}) según los procedimientos del Standard Methods reconocidos por la EPA (Standard Methods for the Examination of water & wastewater, 2012). De igual forma se analizó alcalinidad y dureza de las muestras recolectadas mediante técnicas de titulación química.

Análisis Estadísticos

Se creó una base de datos en Excel de todos los datos de los parámetros fisicoquímicos medidos in situ y ex situ. Una vez creada, se utilizó en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para los siguientes análisis:

Análisis descriptivo univariado

Se aplicaron los siguientes estadísticos: medidas de tendencia central, medidas de dispersión y se realizó una normalización de los datos *in situ* obtenidos en el periodo nocturno y diurno.

Análisis Bivariado

Una vez normalizados los datos se aplicaron pruebas de hipótesis para conocer si existe variación estadísticamente significativa entre los datos de la noche y del día. Éstas pruebas fueron: Wald-Wolfowitz, Mann-Whitney, Kolmogorov-Smirnov, Kruskal-Wallis.

Multivariado

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Para este tipo de análisis se utilizaron los datos obtenidos en el análisis de laboratorio y los datos *in situ*. Se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP), que determina los parámetros que representan la mayor variabilidad de todo el conjunto de datos, encontrando así, pocas variables no correlacionadas sin mucha pérdida de información sobre el problema original (De la Lanza, Sánchez-Santillán, & Esquivel, 1998).

Resultados

Análisis Descriptivo

En la Tabla N°1 se presenta una comparación entre los valores mínimos, máximos, medias y desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos medidos entre los periodos diurnos y nocturnos de los meses de Diciembre del 2017 a Marzo del 2018. Se puede observar que la desviación estándar del pH en el periodo nocturno es baja en comparación al periodo diurno, por lo que es el único parámetro cuyos datos llegan a formar una distribución normal. En cuanto al oxígeno disuelto, los datos muestran que es el único parámetro que presenta una gran variabilidad entre las medias en presencia y ausencia de luz.

TABLA 1

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS PERIODOS DIURNO Y NOCTURNO

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Variable	Unidad	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
pH						
Diurno	----	130	6,66	10,23	8,73	0,80
Nocturno			6,38	10,04	8,39	0,75
<u>eH</u>						
Diurno	<u>mV</u>	130	-131,40	204,80	63,53	43,51
Nocturno			-166,30	132,40	51,03	47,36
Conductividad						
Diurno	$\mu\text{S/cm}$	130	142,60	322	176,64	26,76
Nocturno			141,10	384	179,11	37,02
Temperatura						
Diurno	<u>°C</u>	130	25,80	32,10	28,74	1,84
Nocturno			25,70	30,90	28,32	1,43
Oxígeno disuelto						
Diurno	mg/L	130	0,06	20,18	8,15	4,93
Nocturno			0,01	17,12	6,20	4,00

Elaborado por: A. Acosta (2018)

En la Tabla 2 se observan los resultados de dos pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) realizadas a los datos obtenidos en los dos periodos. Se muestra que únicamente el pH es el parámetro que se ajusta más a una distribución normal ya que tiene una significancia mayor a 0,05. Por lo tanto, es necesario aplicar pruebas no paramétricas en el análisis estadístico. En el anexo A, se muestra gráficamente la distribución normal de cada uno de los parámetros en estudio, evidenciando que el pH es el único que se ajusta a una campana de Gauss.

TABLA 2

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

PRUEBAS DE NORMALIDAD

Período	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
pH	1 Diurno	,076	130	,064	,963	130	,001
	2 Nocturno	,077	130	,057	,965	130	,002
eH	1 Diurno	,106	130	,001	,924	130	,000
	2 Nocturno	,164	130	,000	,823	130	,000
Temp	1 Diurno	,192	130	,000	,901	130	,000
	2 Nocturno	,126	130	,000	,951	130	,000
Cond	1 Diurno	,154	130	,000	,727	130	,000
	2 Nocturno	,230	130	,000	,606	130	,000
O2	1 Diurno	,084	130	,025	,967	130	,003
	2 Nocturno	,127	130	,000	,948	130	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBAS NO PARAMÉRICAS

La hipótesis nula del presente trabajo es que no existe una variación significativa entre los datos de los parámetros medidos entre los periodos nocturnos y diurnos. La significancia o también llamado nivel alfa (α) es la probabilidad que tiene el investigador de equivocarse y se fija antes de probar hipótesis inferenciales. El nivel de significancia utilizado es de 0.05, el cual implica que el investigador tiene 95% de seguridad para generalizar sin equivocarse y sólo 5% en contra. En términos de probabilidad, 0.95 y 0.05, respectivamente; ambos suman la unidad. En la Tabla 3 se observa que de las cuatro pruebas aplicadas a los datos diurnos y nocturnos tres rechazan la hipótesis nula, por lo tanto el pH presenta variaciones significativas en las mediciones realizadas en el periodo diurno y nocturno.

TABLA 3: RESULTADOS DEL pH

TEST	SIGNIFICANCIA	ACEPTAR HIPOTESIS NULA	RECHAZAR HIPOTESIS NULA
Wald-Wolfowitz	0,733	X	
Mann-Whitney	0,000		X

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Kolmogorov-Smirnov	0,000	X
Kruskal-Wallis	0,000	X

En la Tabla 4 y 5 se tienen los resultados del potencial REDOX y de la conductividad respectivamente. En los dos parámetros se acepta la hipótesis nula en todas las pruebas realizadas, por lo que no existe una variación significativa entre las mediciones del día y la noche.

TABLA 4: RESULTADOS DEL eH (mV)

TEST	SIGNIFICANCIA	ACEPTAR HIPOTESIS NULA	RECHAZAR HIPOTESIS NULA
Wald-Wolfowitz	0,192	X	
Mann-Whitney	0,075	X	
Kolmogorov-Smirnov	0,165	X	
Kruskal-Wallis	0,075	X	

TABLA 5: RESULTADOS DE LA CONDUCTIVIDAD (us/cm)

TEST	SIGNIFICANCIA	ACEPTAR HIPOTESIS NULA	RECHAZAR HIPOTESIS NULA
Wald-Wolfowitz	0,107	X	
Mann-Whitney	0,847	X	
Kolmogorov-Smirnov	0,637	X	
Kruskal-Wallis	0,847	X	

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

En la Tabla 6 se observa que tres de las cuatro pruebas no paramétricas realizadas a los datos de temperatura, uno de ellos rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, este parámetro no presenta variaciones significativas si comparamos las mediciones entre el periodo nocturno y diurno.

TABLA 6: RESULTADOS DE LA TEMPERATURA (°C)

TEST	SIGNIFICANCIA	ACEPTAR HIPOTESIS NULA	RECHAZAR HIPOTESIS NULA
Wald-Wolfowitz	0,914	X	
Mann-Whitney	0,173	X	
Kolmogorov-Smirnov	0,005		X
Kruskal-Wallis	0,173	X	

En la Tabla N°6 se presenta el análisis del oxígeno disuelto. Las cuatro pruebas rechazan la hipótesis nula, por lo que se afirma que sí existe una variación significativa entre los datos del día y la noche.

TABLA 7: RESULTADOS DEL OXÍGENO DISUELTO (mg/L)

TEST	SIGNIFICANCIA	ACEPTAR HIPOTESIS NULA	RECHAZAR HIPOTESIS NULA
Wald-Wolfowitz	0,005		X
Mann-Whitney	0,002		X
Kolmogorov-Smirnov	0,001		X
Kruskal-Wallis	0,002		X

Análisis Multivariado

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

A continuación se muestran los resultados del Análisis de Componentes Principales (ACP). De la Tabla 8 se puede observar el porcentaje de varianza que se obtuvo por cada uno de los componentes, llegando a un total acumulado del 82,8 %. En la Tabla 9 se muestran valores de los parámetros medidos en los dos periodos con su respectiva carga factorial. Se observa que el pH y el oxígeno disuelto son los dos parámetros con mayor carga factorial en el componente 1, la temperatura y la conductividad en el componente 2 y el potencial redox en el componente 3. Para una mejor visualización del análisis, se presentan biplots que representan la correlación que existe entre cada uno de los componentes. Componente 1: procesos oxigénicos, Componente 2: procesos de disolución de sales y Componente 3: procesos de óxido-reducción.

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Diagrama de Componentes Principales generado a partir de parámetros fisicoquímicos medidos in-situ en periodos de estratificación en el Caño (CP3-CP1)

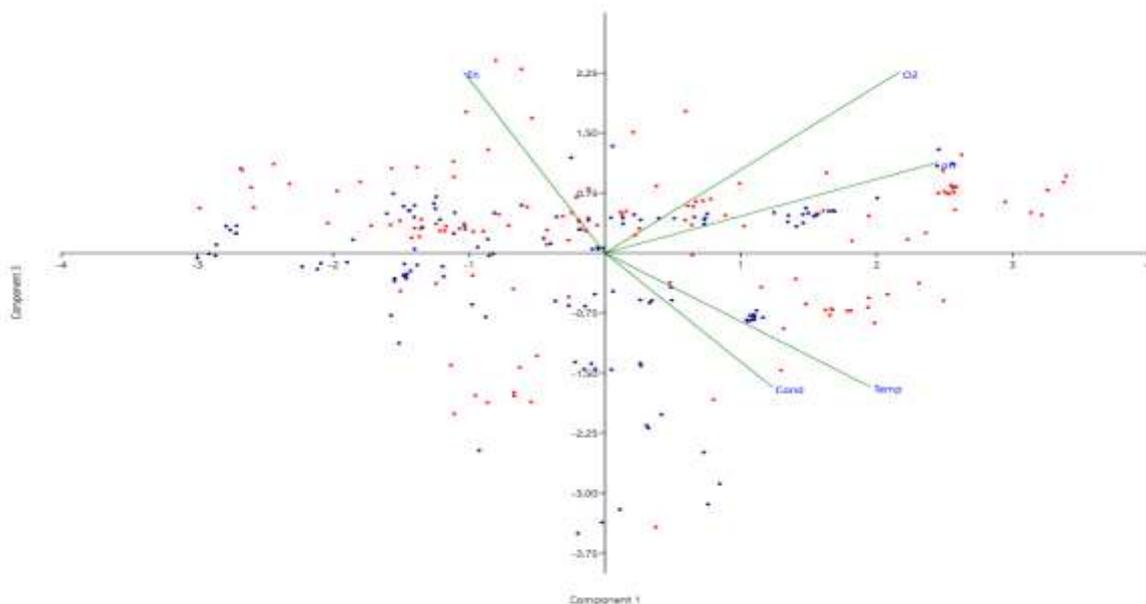


Diagrama de Componentes Principales generado a partir de parámetros fisicoquímicos medidos in-situ en periodos de estratificación en el Caño (CP2-CP1)

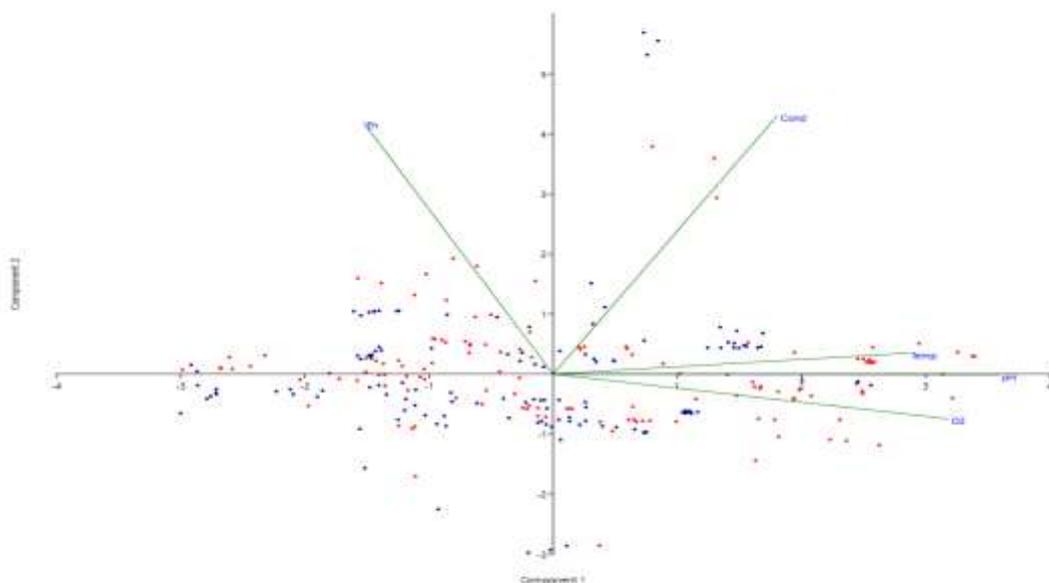


Diagrama de Componentes Principales generado a partir de parámetros fisicoquímicos medidos in-situ en periodos de estratificación en el Caño (CP2-CP1)

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

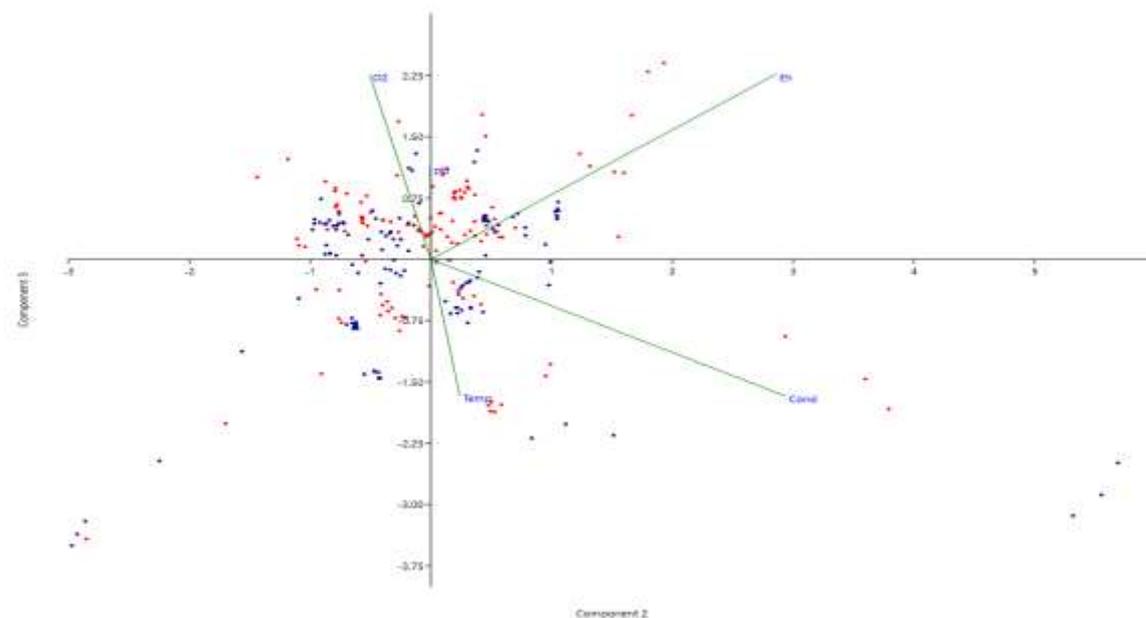


TABLA 8

PORCENTAJE DE LA VARIANZA QUE EXPLICA CADA COMPONENTE, DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS MEDIDOS IN-SITU EN LOS PERIODOS DIURNOS Y NOCTURNOS

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,189	43,788	43,788	2,189	43,788	43,788	1,746	34,919	34,919
2	1,042	20,846	64,634	1,042	20,846	64,634	1,259	25,184	60,103
3	,908	18,168	82,801	,908	18,168	82,801	1,135	22,698	82,801
4	,592	11,850	94,651						
5	,267	5,349	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

TABLA 9

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

CARGAS FACTORIALES DEL ACP GENERADO A PARTIR DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS MEDIDOS IN-SITU, EN LOS PERIODOS DE ESTRATIFICACIÓN DE LA ZONA PROFUNDA

Component Score Coefficient Matrix

	Component		
	1	2	3
pH	,490	,035	,035
eH	,126	,091	,890
Temp	,006	,415	-,334
Cond	-,155	,810	,155
O2	,632	-,222	,144

Perfiles hidroquímicos

En el Anexo B, se pueden observar los resultados de los perfiles hidroquímicos de los parámetros tanto in situ (periodo diurno y nocturno), como aquellos medidos en el laboratorio en los meses muestreados. Las gráficas indican el comportamiento hidroquímico de cada uno de ellos a medida que sigue aumentando la profundidad. En cuanto a parámetros in situ en los dos periodos, el eH es el único parámetro cuyas medidas muestran un comportamiento ilógico del mismo ya que a medida que va aumentando la profundidad, éste también aumenta. Lo mismo sucede en el periodo nocturno.

En cuanto a los parámetros medidos en el laboratorio, los cloruros, nitritos, nitratos y sulfatos no muestran un comportamiento diferente entre los meses muestreados. Sin embargo, los fosfatos a medida que la profundidad aumenta, estos también lo hacen. Este comportamiento se observa con más claridad en las desembocaduras tanto del Pishira como del Playayacu.

Discusión

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Los resultados obtenidos, confirman la hipótesis general que hace referencia a que existen variaciones significativas entre el periodo diurno y nocturno en dos de los cinco parámetros fisicoquímicos analizados la laguna, estos son el pH y el oxígeno disuelto.

Este hallazgo se relaciona con lo manifestado por Peña, et al (2012), quienes indican que el pH en ecosistemas acuáticos depende directamente del CO₂ disuelto, molécula que representa un indicador del metabolismo de animales y vegetales en relación a la fotosíntesis y respiración. El proceso de fotosíntesis que realiza el fitoplancton establece la toma de seis moléculas de CO₂ y seis moléculas de agua, generando una molécula de glucosa y seis de oxígeno, ésta última guarda relación con el incremento del pH en presencia de luz solar, que fue evidenciado en las mediciones realizadas a diferentes profundidades en la laguna. La media del pH durante el día fue de 8,73 (valor máximo: 10,23 y valor mínimo: 6,66) y en la media en la noche de 8,39 (valor máximo: 10,04 y valor mínimo: 6,38). A pesar de que numéricamente no es una diferencia significativa, desde el punto de vista físico de la laguna es una variación importante ratificada por tres de las cuatro pruebas de hipótesis realizadas con una $p=0$. La variación del pH tiene relación con los procesos de óxido-reducción, debido a que en el periodo nocturno existe una baja producción de oxígeno disuelto. La falta del mismo hace que se produzcan reacciones únicamente de reducción, aumentando la acidificación de la laguna disminuyendo el pH en éste periodo (Carrillo, 2016).

En cuanto al oxígeno disuelto (mg/L), los datos obtenidos arrojan en el periodo diurno una media de 8,15 (valor máximo de 20,18 y valor mínimo de 0,06), mientras que en la noche la media reportada fue de 6,20 (valor máximo de 17,12 y valor mínimo de 0,01) con una $p < 0,05$ en las cuatro pruebas de hipótesis realizadas. En consecuencia, esta variación también depende de los procesos fotosintéticos que se explica por lo manifestado por Peña, et al (2012), quienes indican que gran parte del oxígeno disuelto en los cuerpos de agua proviene de dos fuentes principales. La primera del oxígeno en el aire y la segunda de procesos

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

fotosintéticos de las plantas acuáticas. Según Manahan (2007), parte del oxígeno disuelto que se forma a partir del proceso de fotosíntesis, se pierde en la noche ya que las algas lo consumen para realizar sus procesos metabólicos similares a lo de organismos aerobios. Por lo que tiene sentido la variación que existe entre estos dos periodos.

Los valores obtenidos en el potencial REDOX fueron los siguientes: la media en el periodo diurno fue de 63,53 (Valor mínimo: -131, 40 y Valor máximo: 204,80) y en el periodo nocturno de 51,03 (Valor mínimo: -166, 30 y valor máximo: 132,40) con una $p > 0,05$ en las cuatro pruebas de hipótesis. Como se puede observar, existe un rango muy amplio en los valores medidos tanto en el día como en la noche, situación que denota un comportamiento similar a lo reportado en el estudio realizado por Peña, et al (2012) en la laguna del Sonso, quien indica una variabilidad espacial y temporal del potencial REDOX muy elevada ya que comprende todo el rango de variación. Por otro lado, este parámetro no está relacionado con procesos de fotosíntesis ya que según lo reportado por el autor, los procesos REDOX se desarrollan incluso en ausencia de oxígeno, dependiendo de la presencia de agentes oxidantes y reductores.

Las mediciones de conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) obtenidas son las siguientes: la media en el periodo diurno fue de 176,64 (valor máximo: 322 y valor mínimo: 142,60) y en el periodo nocturno de 179,11 (valor máximo: 384 y valor mínimo: 141,10) con una $p > 0,05$ en las cuatro pruebas de hipótesis. Según Yepes (2004) y su estudio en cuerpos de agua similares a la laguna de Limoncocha, el promedio de la conductividad en aguas tropicales poco intervenidas se encuentra entre 150-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a partir de los 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ empieza a señalar problemas de contaminación y a partir de 275 $\mu\text{S}/\text{cm}$ condiciones salobres indicando que estas zonas posiblemente se ven sujetas a un impacto considerable debido a la intervención antrópica a la que están sometidas, esto en cuanto a calidad del agua. Por otro lado, los datos obtenidos en el estudio de la laguna del Sonso en relación a este parámetro reportan variaciones extremas

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

entre 500 a 100, dependiendo del periodo climático en el que se encuentren. Cabe recalcar que este parámetro no tiene relación con procesos de fotosíntesis, sino relacionados directamente con la geología del suelo y periodos climáticos (lluvia o sequía).

El último parámetro fisicoquímico medido fue la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), cuyos resultados observados fueron los siguientes: una media de 28,74 (valor máximo: 32,10 y valor mínimo: 25,80) y en el periodo nocturno de 28,32 (valor máximo: 30,90 y valor mínimo: 25,70) con una $p > 0,05$ en tres de las cuatro pruebas de hipótesis. Los valores diurnos concuerdan con el estudio realizado por Castillo & Rodríguez (2008), quienes afirman que la temperatura en este tipo de lagunas se encuentra en el rango de 20.4 a 34.2, debido a la zona climática donde se ubica. Este parámetro tampoco se ve afectado por la ausencia o presencia de luz. Por otro lado, no se observa una variación significativa de temperatura entre los dos periodos. Aparentemente la laguna de Limoncocha tiende a retener el calor debido a la ubicación geográfica de la misma.

Análisis multivariado

El modelo propuesto por Chiriboga (2017) del análisis de componentes principales afirma que en los dos análisis realizados los parámetros que mostraron una mayor carga factorial fueron el pH, la temperatura y oxígeno disuelto mientras que los valores de los *Eigenvalues* sugieren que en el Caño se tome consideración a los componentes uno, y dos, mientras que en la Zona Profunda solo al componente uno. En comparación con el nuevo modelo propuesto en el cual se añadieron datos del periodo nocturno, se logra el tercer objetivo específico que fue optimizar el modelo debido a los resultados obtenidos en el porcentaje de varianza del primer componente.

En el caño se dan procesos fotosintéticos por lo que varían las concentraciones de oxígeno, además la menor profundidad y la conexión con la laguna dan como resultado que

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

otro componente importante sean los procesos de disolución, En cambio, si se toma en cuenta la zona profunda, se observa que el factor diferenciador viene dado por las zonificación oxigénica, no siendo tan relevantes los procesos de disolución.

Conclusiones

La hipótesis de investigación que afirma que los valores de los parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad, redox, temperatura y oxígeno disuelto) obtenidos en la Laguna de Limoncocha, presentan variaciones significativas en las mediciones realizadas en el día y la noche, fue confirmada ya que existen variaciones significativas en dos de los cinco parámetros físicos.

Se comprueba que los parámetros que más varían, pH y oxígeno disuelto (mg/L), son los que están relacionados con la presencia y ausencia de luz., (correlación positiva entre el día y la noche y los parámetros indicados). Lo que hace suponer que existe una relación con los procesos fotosintéticos.

Los parámetros fisicoquímicos: conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), potencial REDOX (mV) y temperatura ($^{\circ}\text{C}$) se mantienen estables en presencia o ausencia de luz. No tienen una variación estadísticamente significativa.

El potencial REDOX (mV) no es un parámetro que se encuentra relacionado con la presencia o ausencia de luz, ya que estas reacciones se pueden dar en ausencia de oxígeno, por lo que no se ve afectado entre el día y la noche.

La conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) tiene una relación directa con la geología del suelo, mas no con procesos de fotosíntesis, por lo que no se ve afectado por la presencia o ausencia de luz. La temperatura ($^{\circ}\text{C}$) es un parámetro que no varía entre el día y la noche, pero indirectamente estaría afectando al pH.

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Recomendaciones

Se recomienda recolectar muestras en el periodo nocturno para analizarlos en el laboratorio y realizar una comparación entre el día y la noche, para conocer si existen variaciones significativas con otro tipo de parámetros. De igual forma, se recomienda medir la fotosíntesis para afirmar que los cambios significativos obtenidos en esta investigación sean por este proceso.

Debido a los resultados in situ del parámetro redox, se recomienda realizar una calibración de los equipos y la sonda utilizada.

BIBLIOGRAFÍA

A Álvarez, M., Aru, R., Barrero, M., González, E., González, Y., & Sepúlveda, G. (2012).

Estudio biogeoquímico del embalse Suata, Venezuela, de acuerdo al contenido metálico de sus sedimentos de fondo, aguas y peces. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 3(1).

Armas, M. F., & Lasso, S. (Diciembre de 2011). SUIA. Recuperado el 13 de Marzo de 2017, de Ministerio del Ambiente:

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/890928/Plan+de+manejo+de+la+Reserva+Limoncocha.pdf/bf9eb887-e71f-4d35-bb0a-019fc8ac9432>

Astrálaga, M., & para las Américas, C. P. (2006). La convención Ramsar y los ecosistemas de manglar. *Secretaría de la Convención Ramsar. Suiza*.

Carrillo Paredes, E. I. (2016). Caracterización y propuesta de funcionamiento hidrogeoquímico de la laguna de Limoncocha.

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

- Chiriboga, S. (2017). Análisis del quimismo espacio-temporal de la laguna de limoncocha como base para la modelación hidroquímica del sistema hídrico de la reserva biológica de limoncocha.
- Escobedo Urías, D. C. (2010). Diagnóstico y descripción del proceso de eutrofización en lagunas costeras del norte de Sinaloa.
- Franco, D. P. M., Manzano, J. Q., & Cuevas, A. L. (2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. *ContactoS*, 78, 25-33.
- Hernández, P. (2015). Variaciones fisicoquímicas temporales en la laguna de limoncocha, en el periodo 2012-2013.
- MAE. (2015). Ministerio del Ambiente. Recuperado el 13 de Enero de 2017, de Sistema Nacional de Áreas Protegidas: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-biol%C3%B3gica-limoncocha>
- Magaña Álvarez, M. E. (2004). Distribución de nutrientes y su efecto en el nivel trófico de la laguna Macapule, Sinaloa.
- Molina, E. (2012). Estudio comparativo de los sitios Ramsar en el Ecuador como oferta turística del Patrimonio Natural del Ecuador. *RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir*, (3), 45-81.
- Montes, C., & Sala, O. (2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Revista Ecosistemas*, 16(3).
- Ordoñez Campain, C. G. (2013). Caracterización Geoquímica de sedimentos de la laguna Limoncocha (Doctoral dissertation, Universidad Internacional SEK).
- Peña, C. Cantera, R. & Muñoz, E. (2012). Evaluación de la contaminación en ecosistemas acuáticos. Estudio de Caso en la Laguna de Sonso, Cuenca alta del Río Cauca. Cali

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Rodríguez, P. (2017). Determinación del estado trófico de la laguna de limoncocha mediante el análisis de perfiles hidroquímicos en el periodo 2015-2017.

Silva, A. R. E., Cobelas, M. Á., & González, E. M. (2017). Impactos del nitrógeno agrícola en los ecosistemas acuáticos. *Revista Ecosistemas*, 26(1), 37-44.

StandardMethods. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*. Washington D.C.

Programas

IBM Corp. Released 2011. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0*. Armonk, NY: IBM Corp.

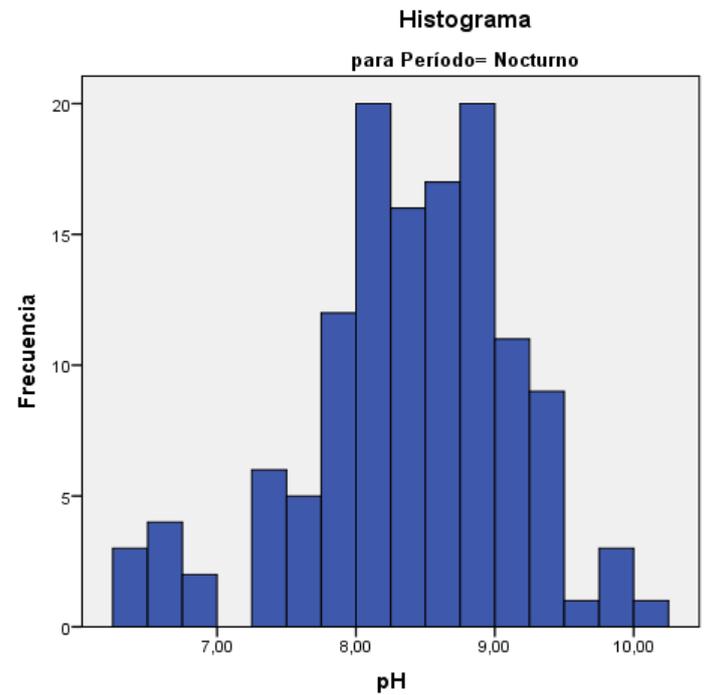
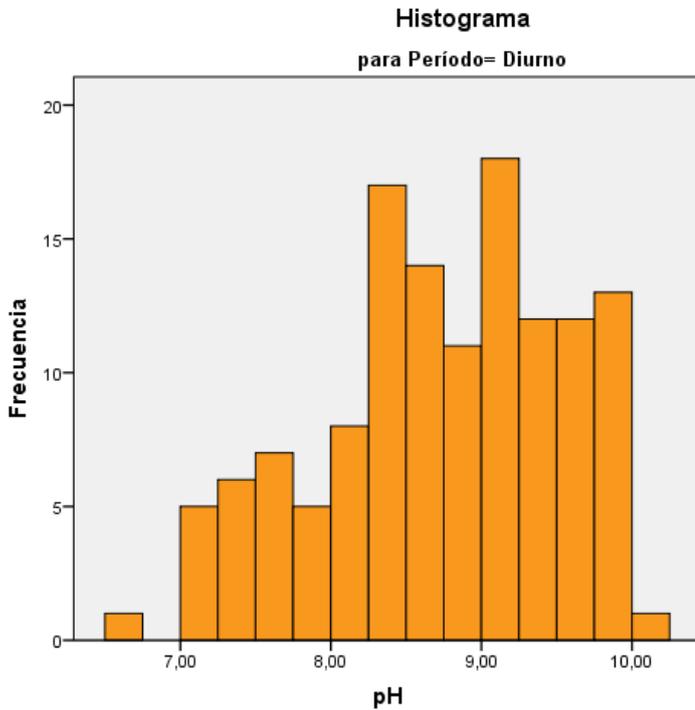
VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

ANEXOS

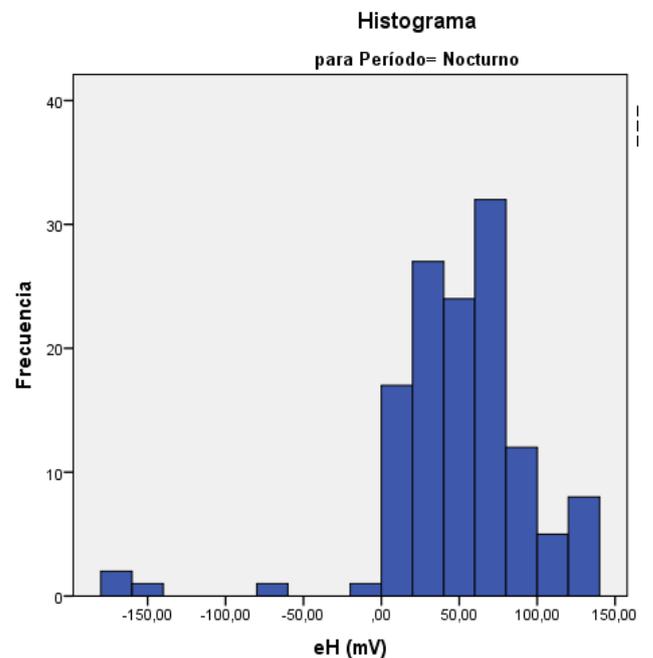
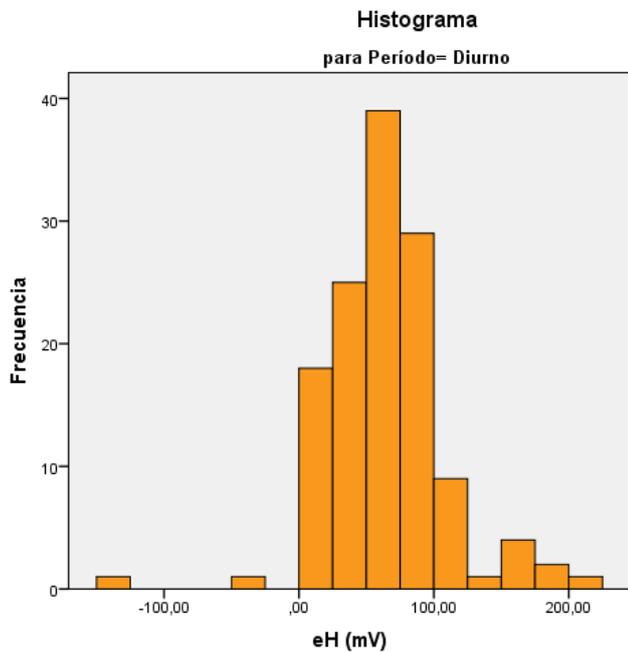
ANEXO A

DISTRIBUCIÓN NORMAL DE LOS PARÀMETROS FISICOQUÌMICOS

pH

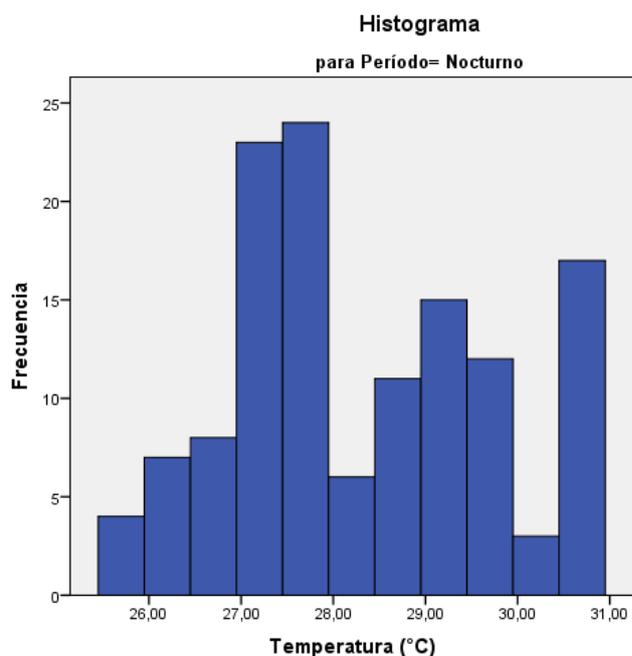
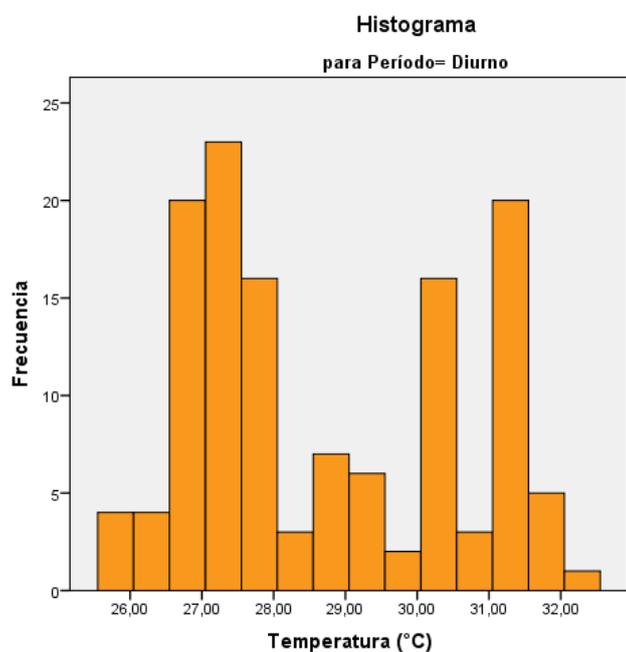


POTENCIAL REDOX (mV)

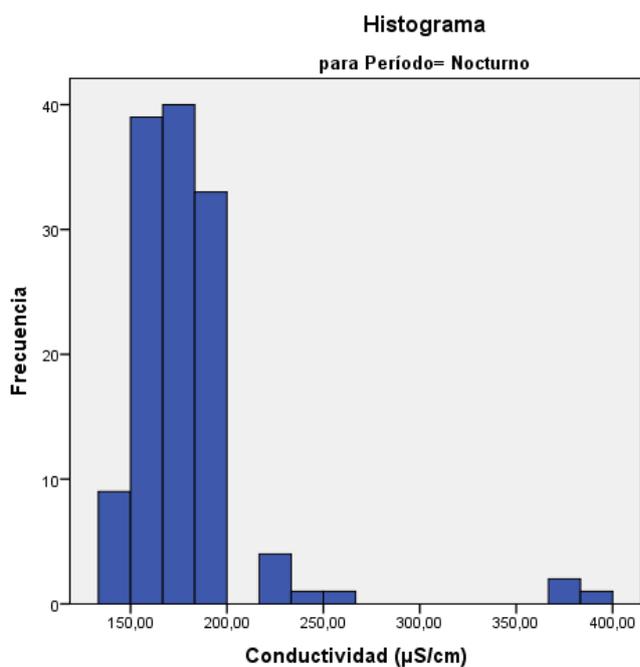
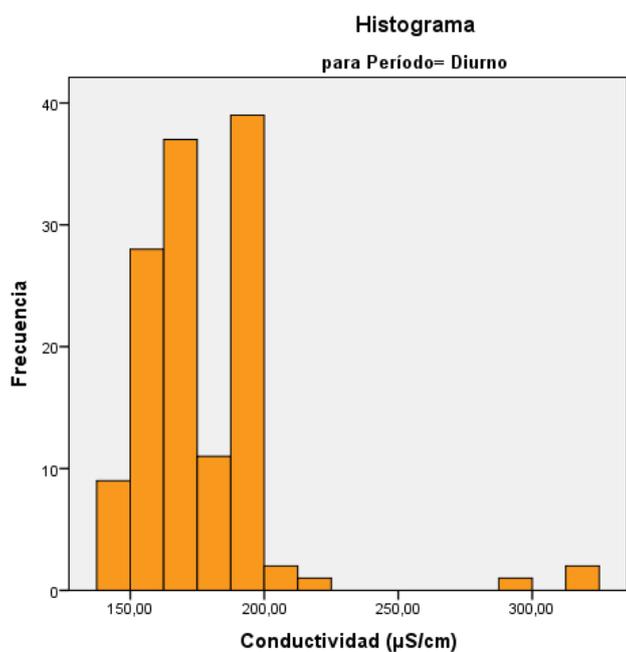


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

TEMPERATURA (°C)

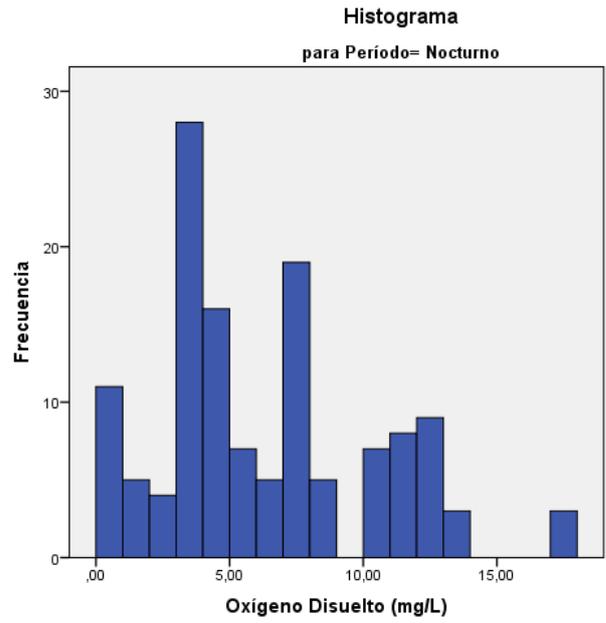
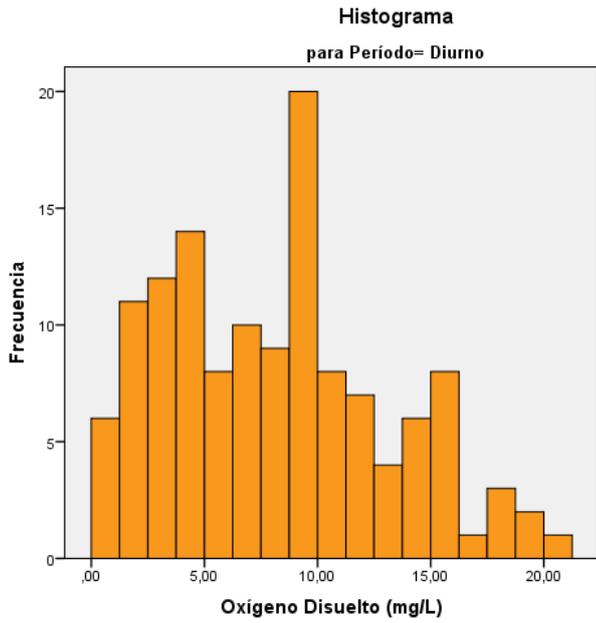


CONDUCTIVIDAD (μS/cm)



VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

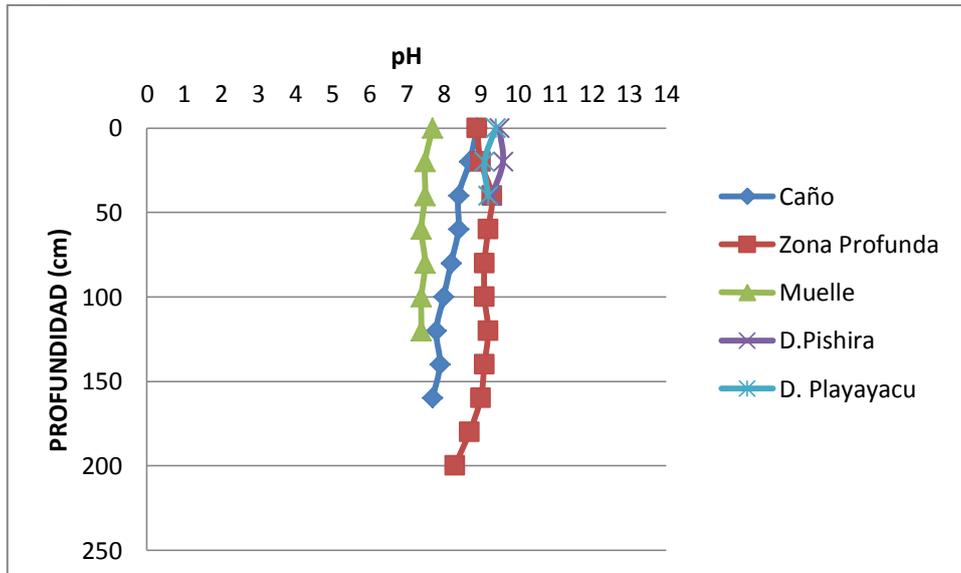
OXIGENO DISUELTO (mg/L)



ANEXO B PERFILES HIDROQUÍMICOS

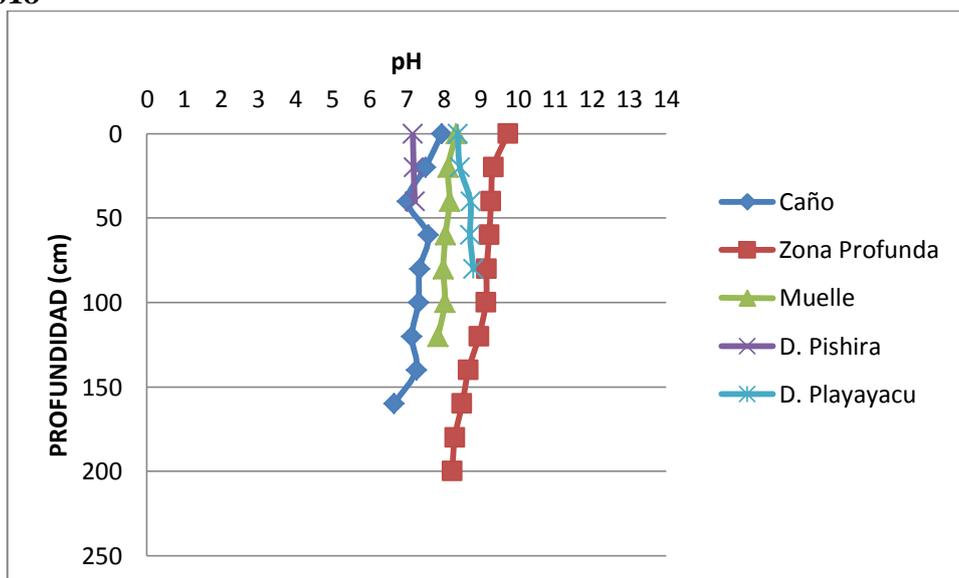
PERIODO: DIURNO
PARÁMETRO: pH

Diciembre 2017

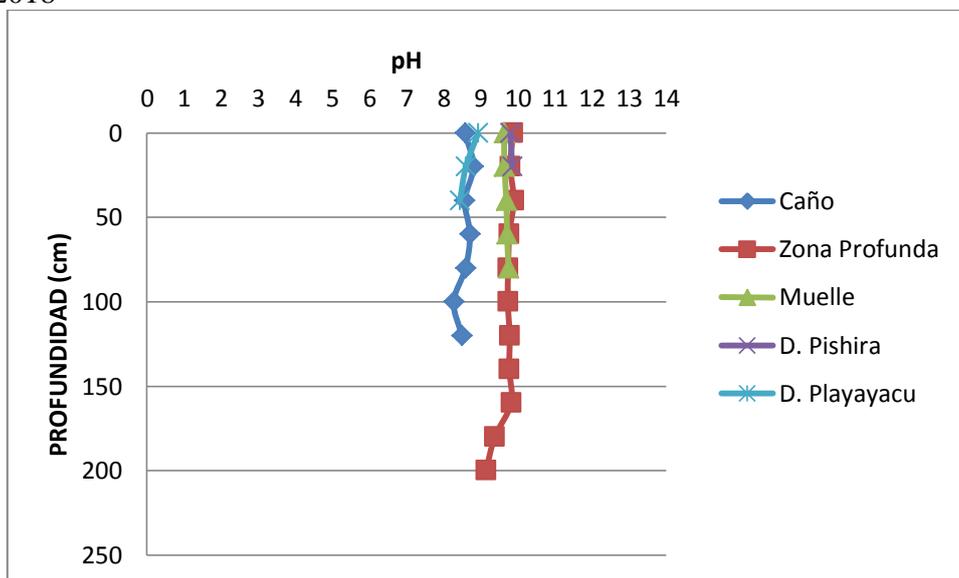


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Enero 2018

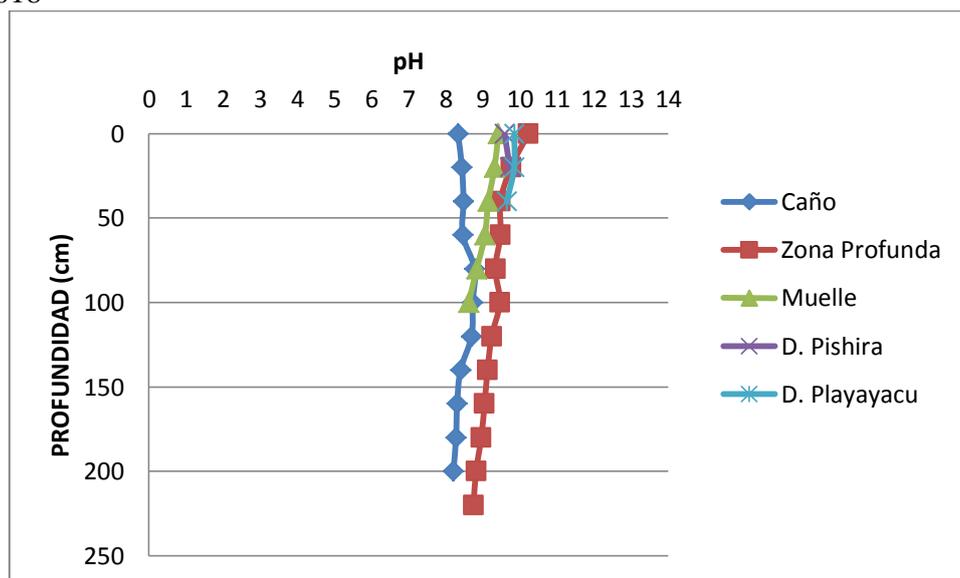


Febrero 2018



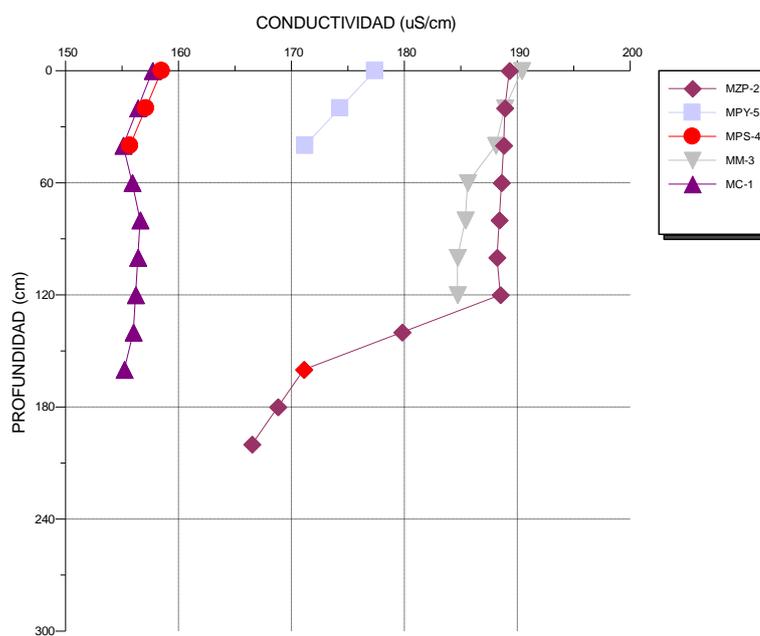
VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Marzo 2018



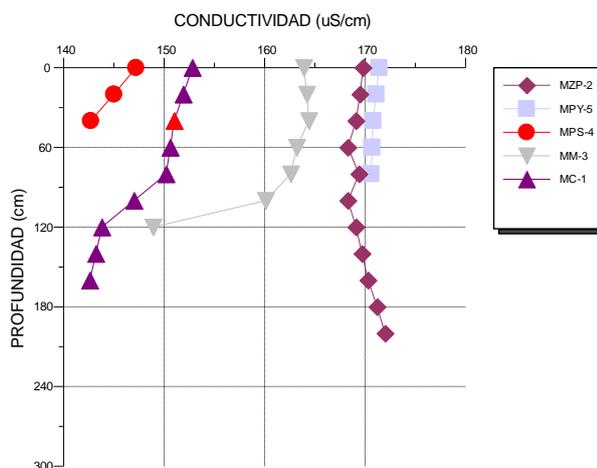
PARÁMETRO: CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

DICIEMBRE 2017

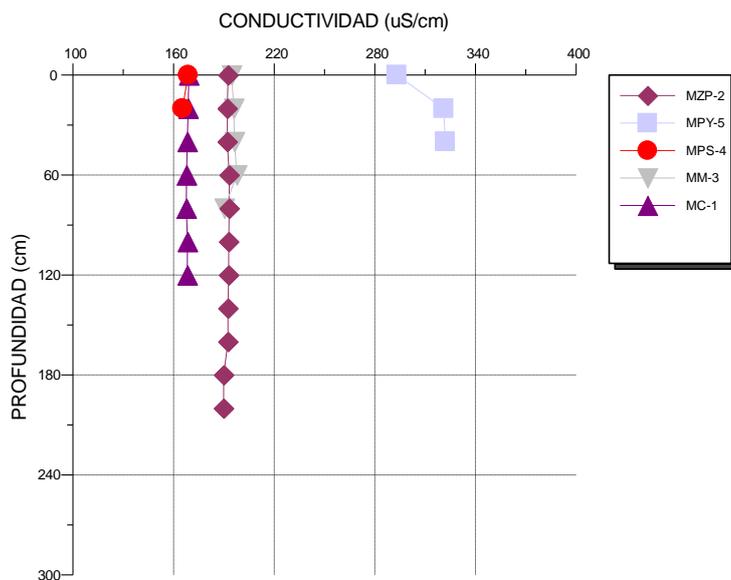


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

ENERO 2018

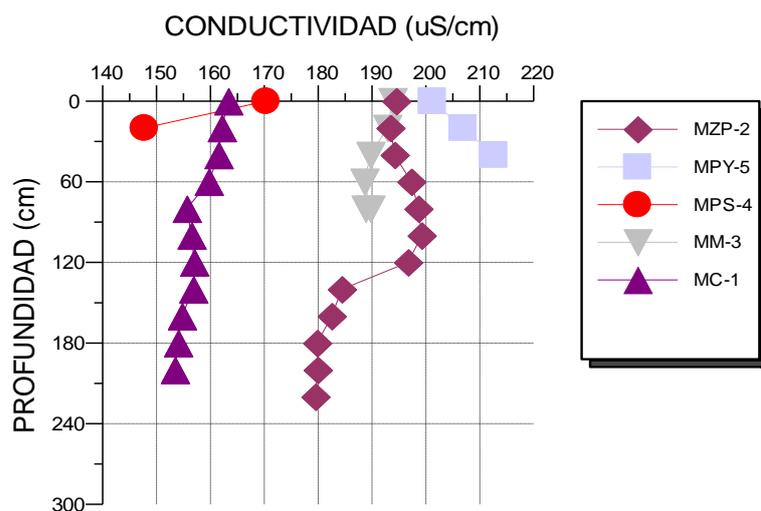


FEBRERO 2018

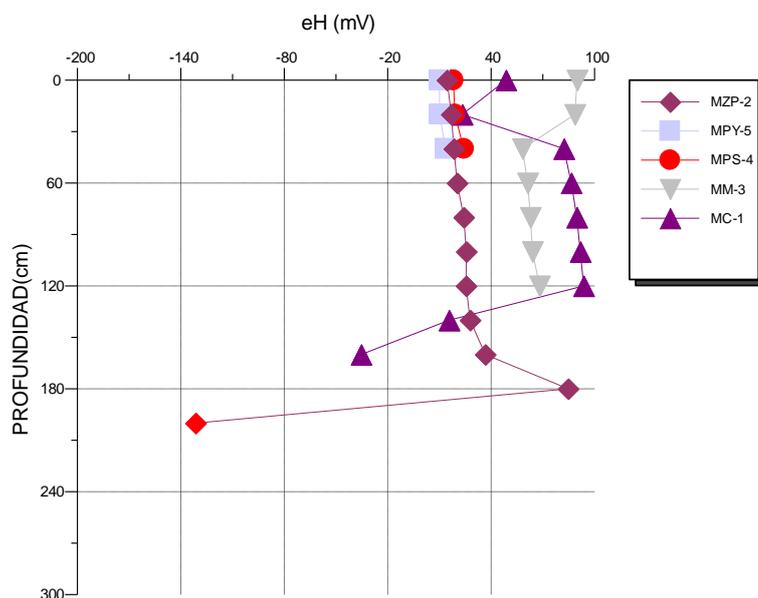


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

MARZO 2018

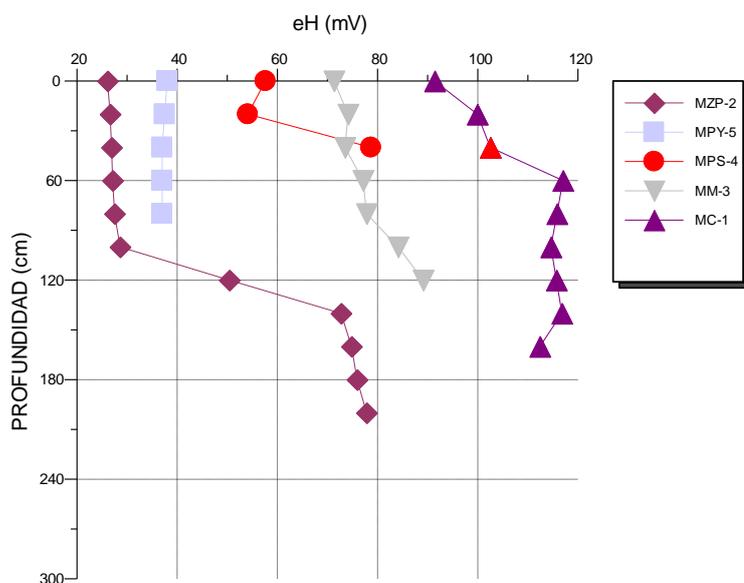


PARÀMETRO: POTENCIAL REDOX (mV)
DICIEMBRE 2017

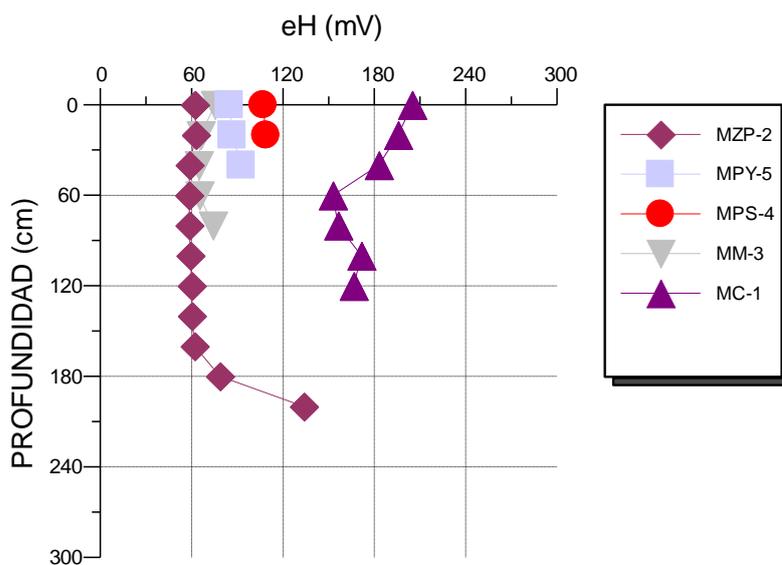


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

ENERO 2018

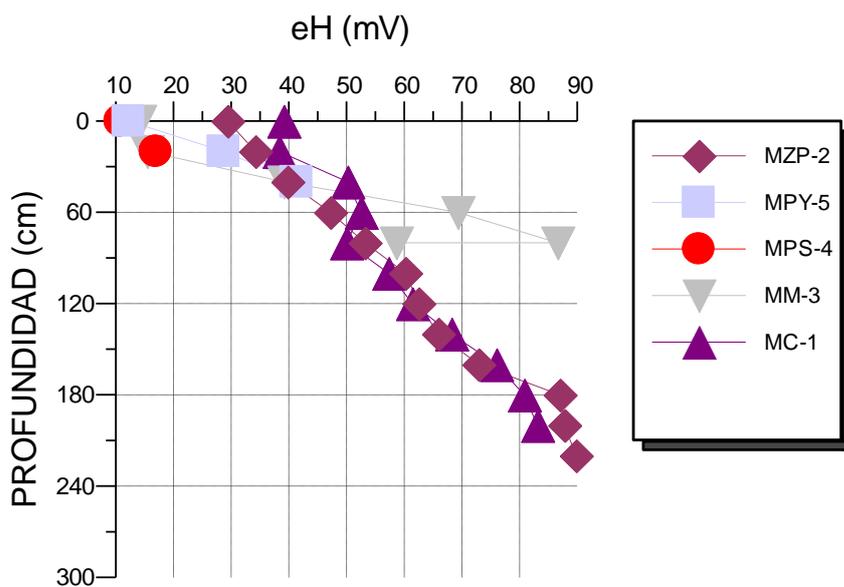


FEBRERO 2018

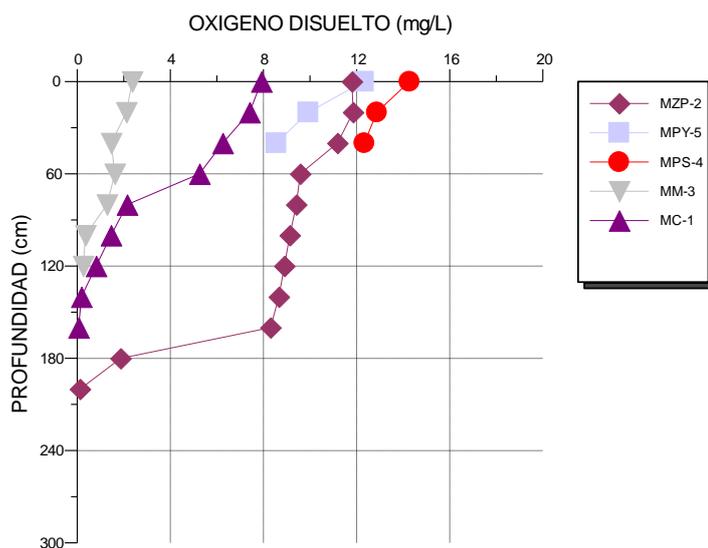


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

MARZO 2018

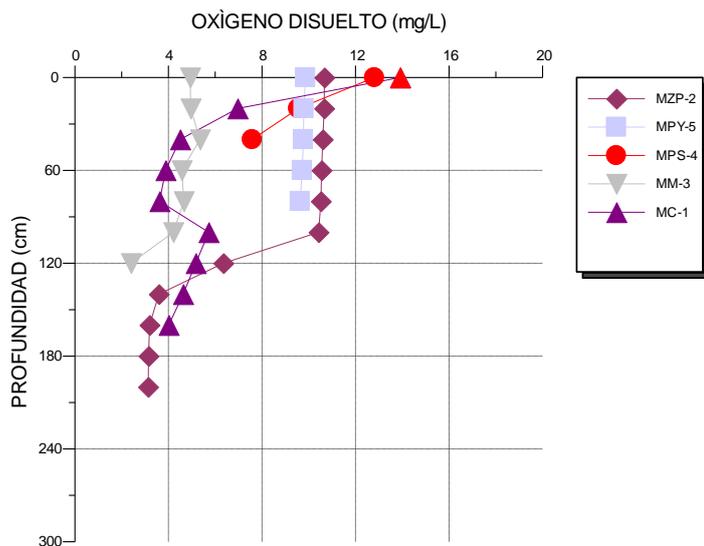


PARÀMETRO: OXIGENO DISUELTO (mg/L)
DICIEMBRE 2017

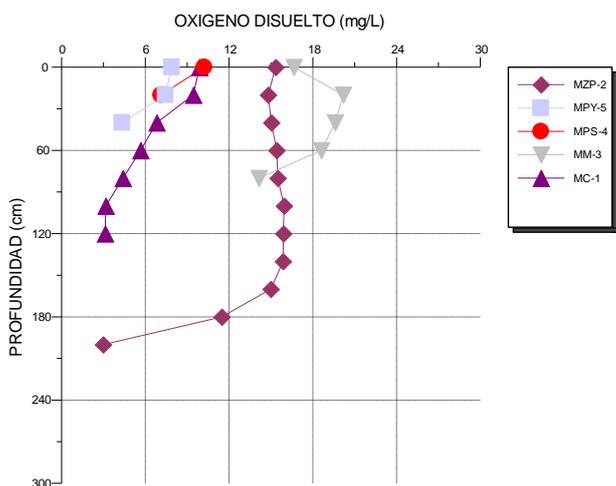


ENERO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

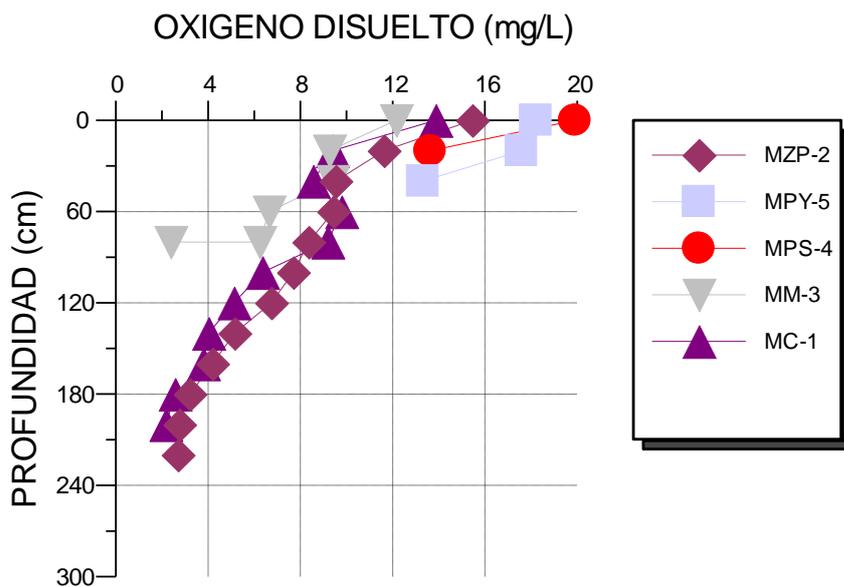


FEBRERO 2018



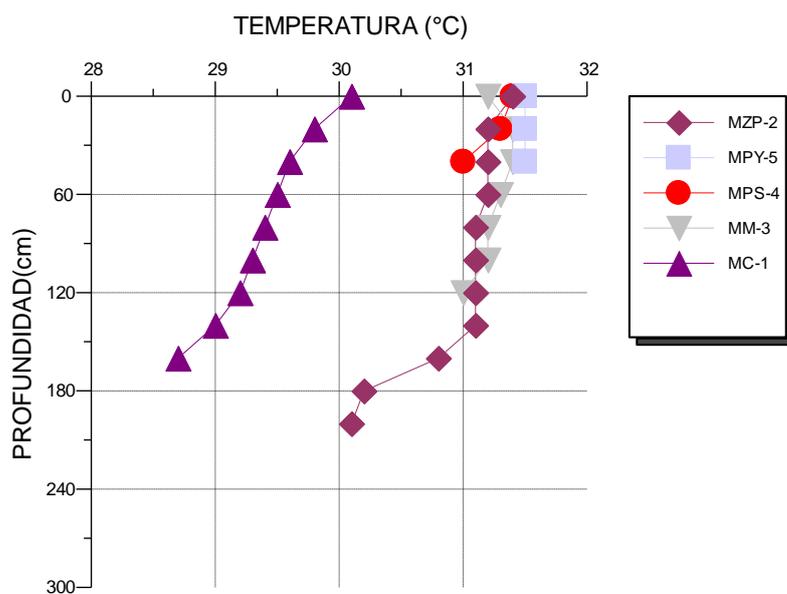
MARZO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''



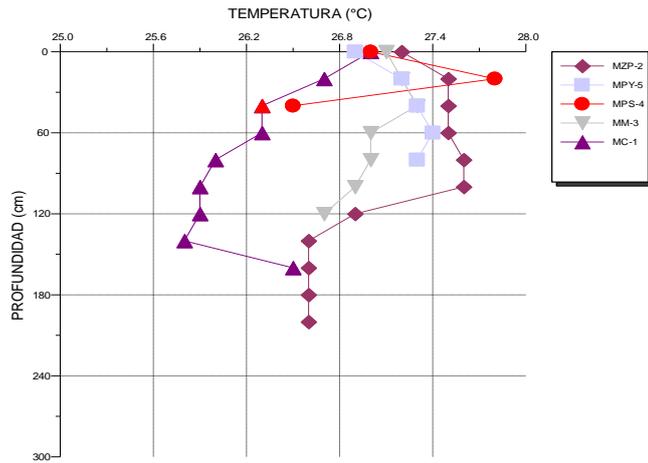
PARÁMETRO: TEMPERATURA (°C)

DICIEMBRE 2017

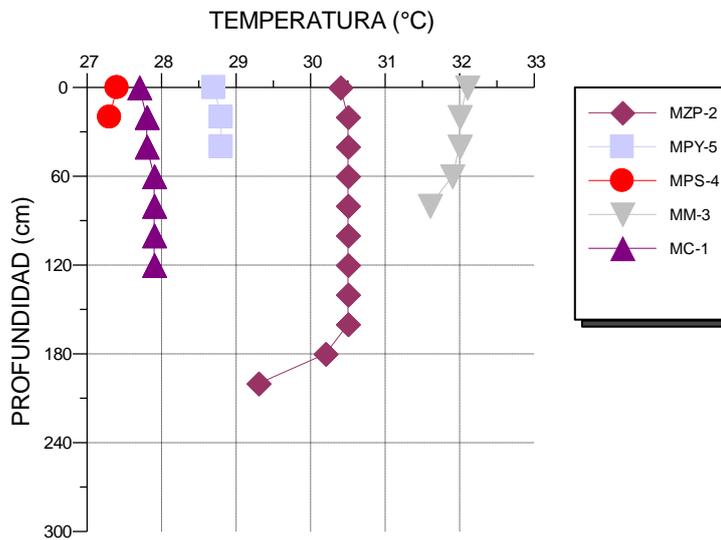


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

ENERO 2018

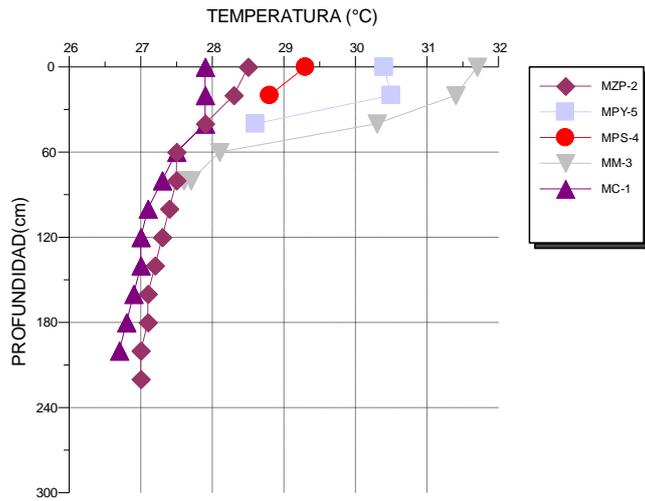


FEBRERO 2018



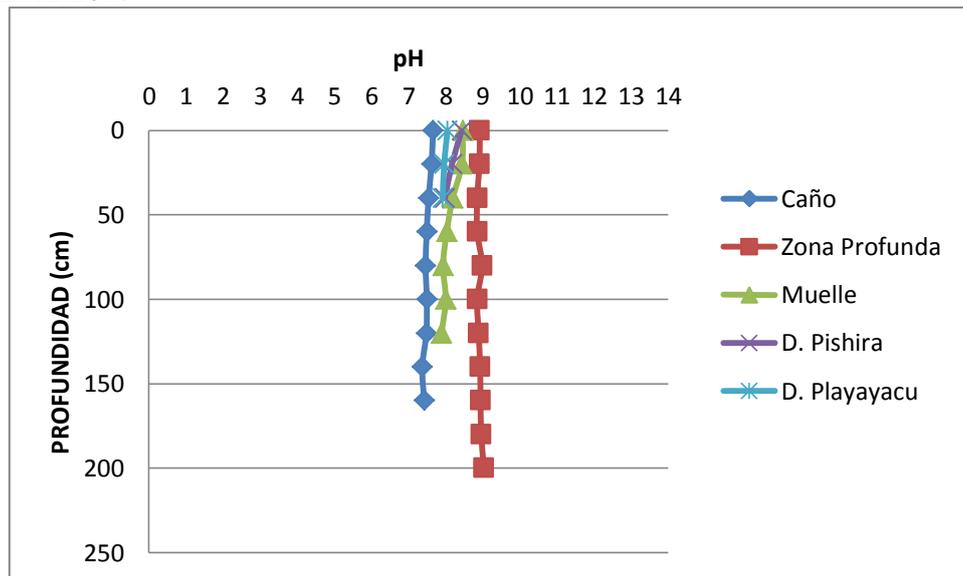
VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

MARZO 2018



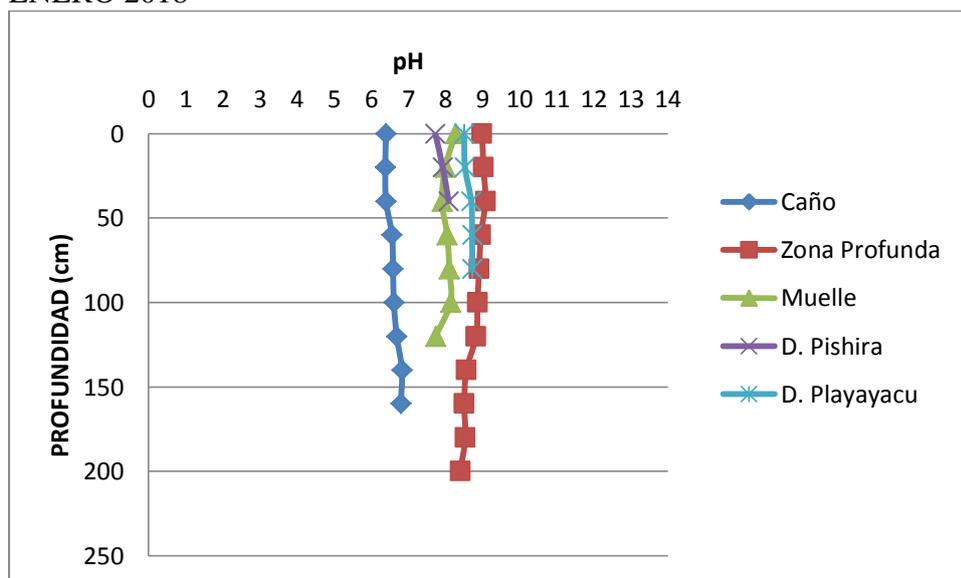
PERIODO NOCTURNO PARÀMETRO: pH

DICIEMBRE 2017

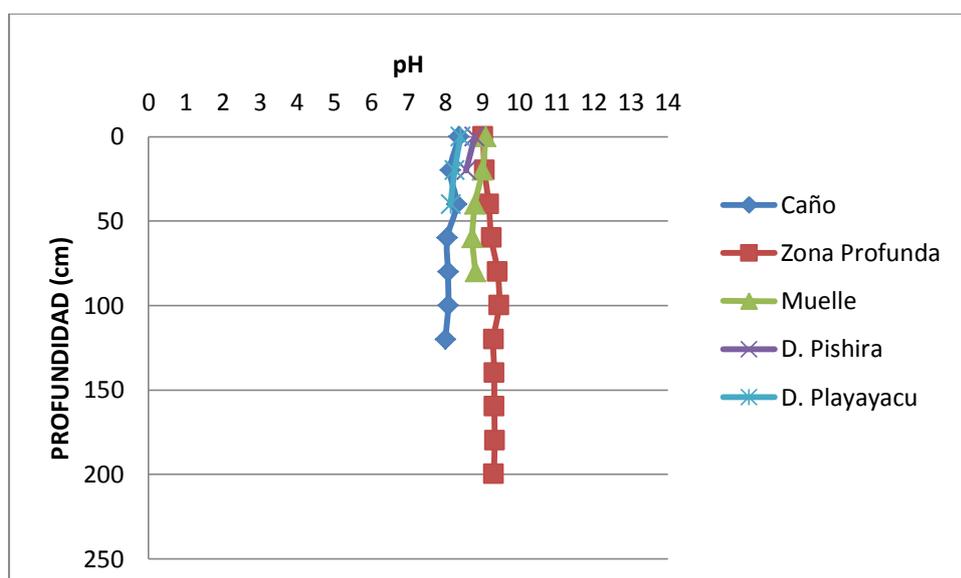


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

ENERO 2018

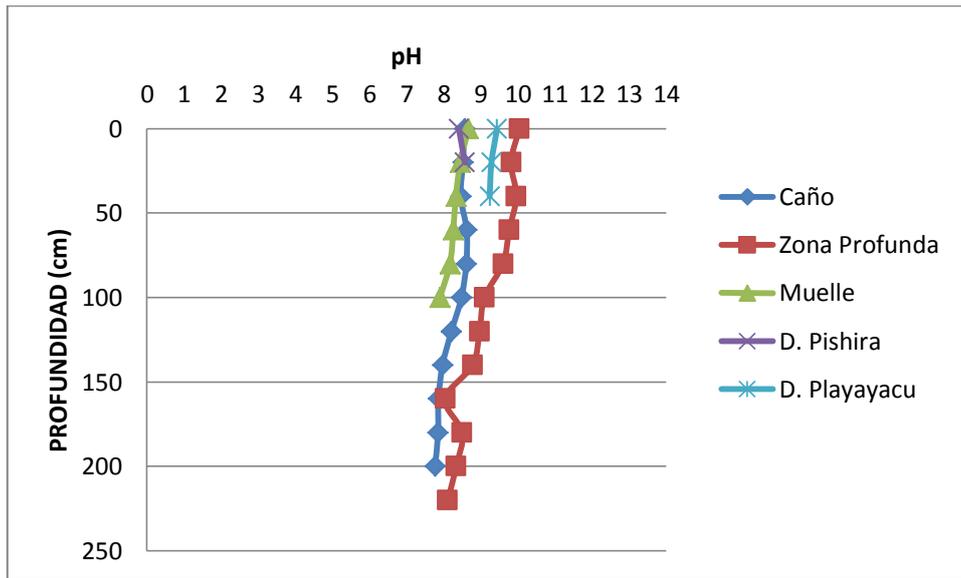


FEBRERO 2018



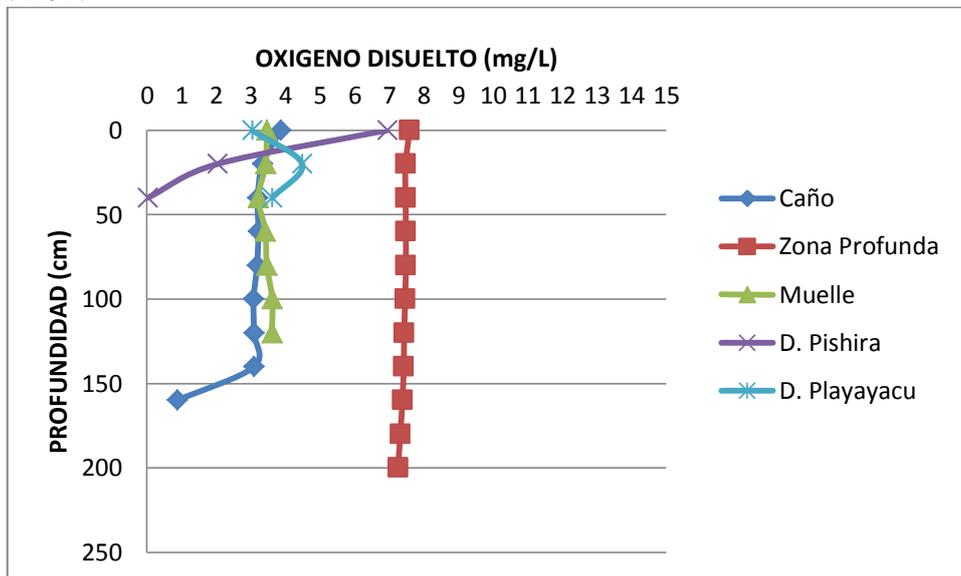
VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Marzo 2018



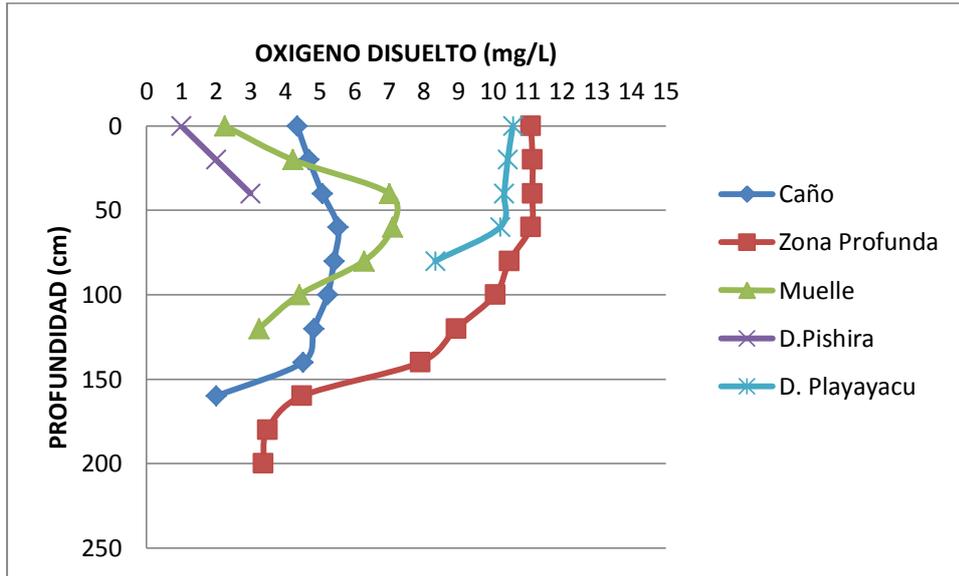
PARÁMETRO: OXÍGENO DISUELTO

Diciembre 2017

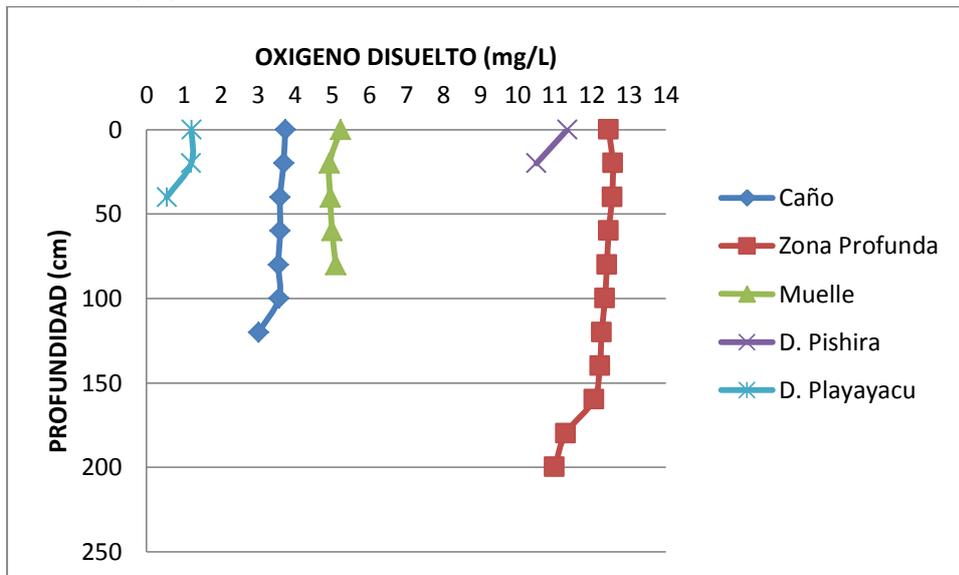


Enero 2018

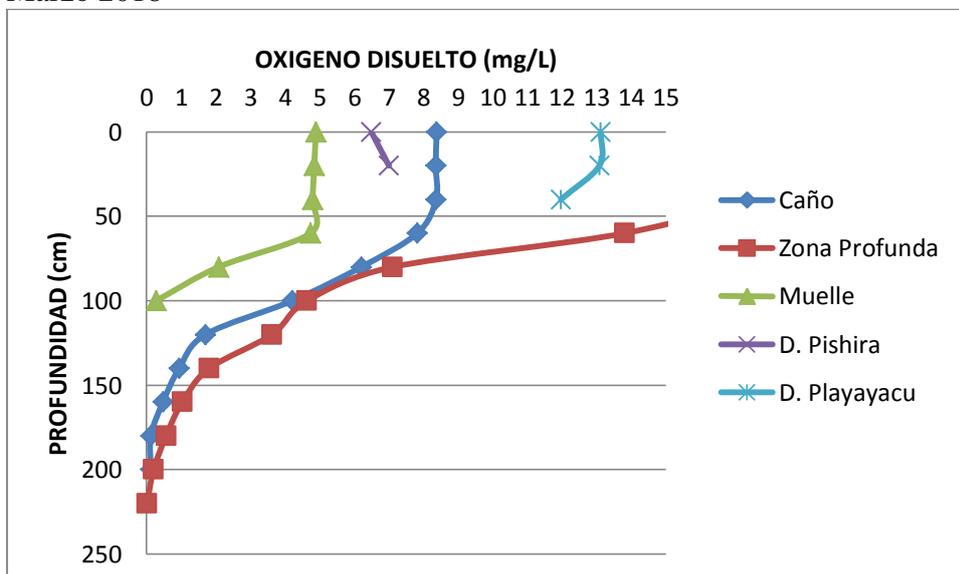
VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''



Febrero 2018



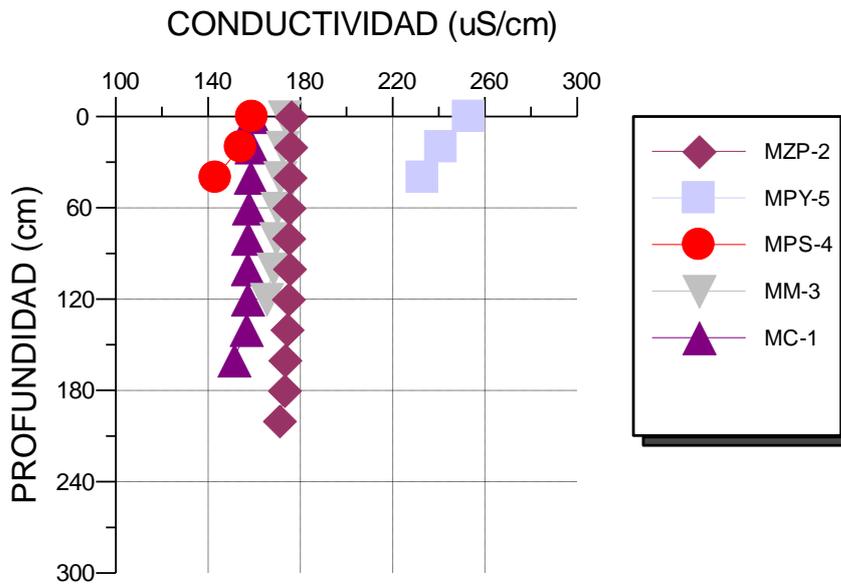
Marzo 2018



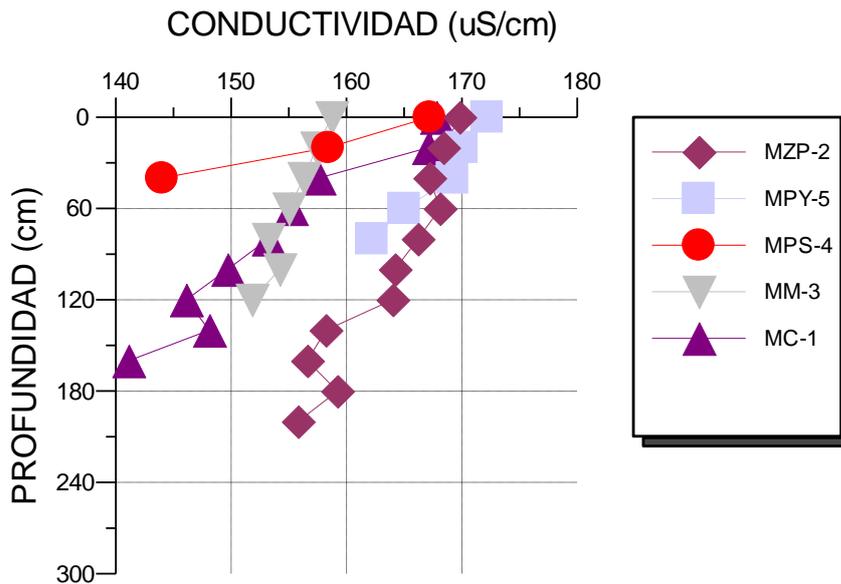
VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

PARÁMETRO: CONDUCTIVIDAD

DICIEMBRE 2017

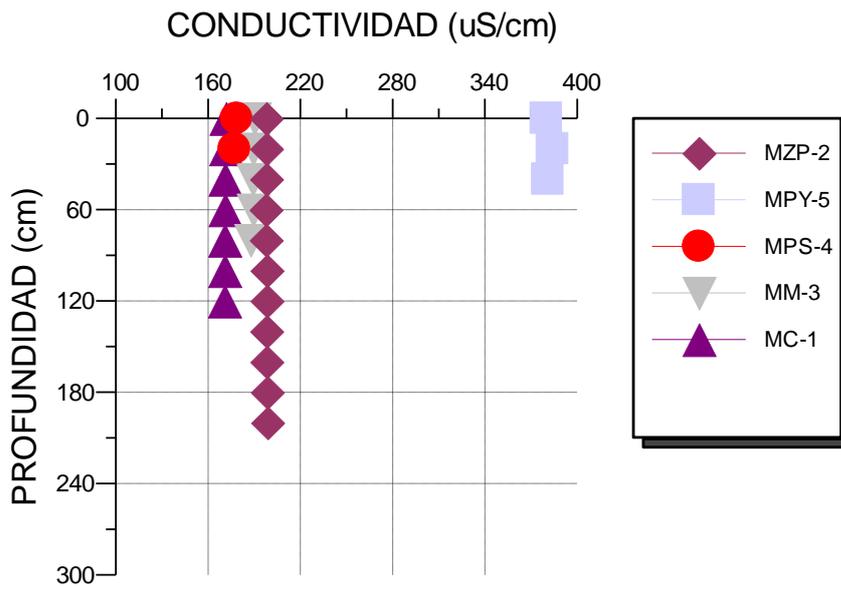


ENERO 2018

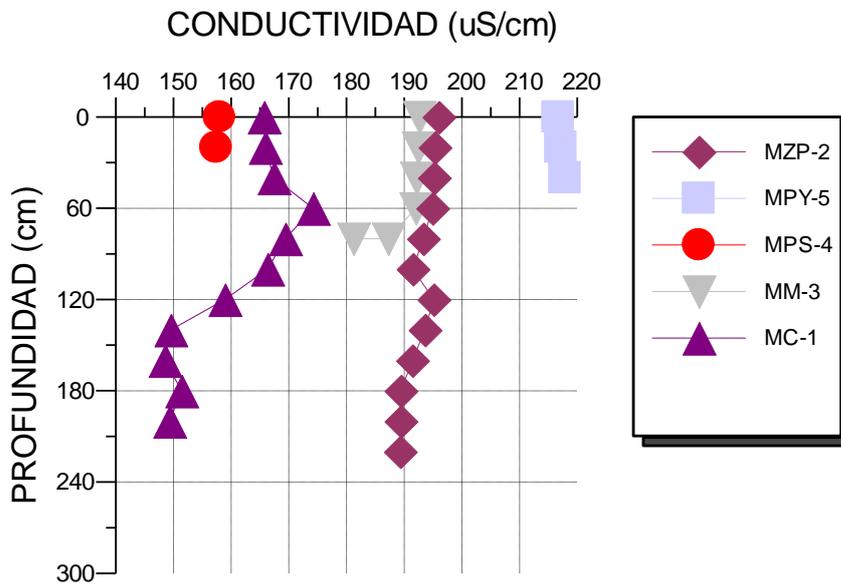


FEBRERO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

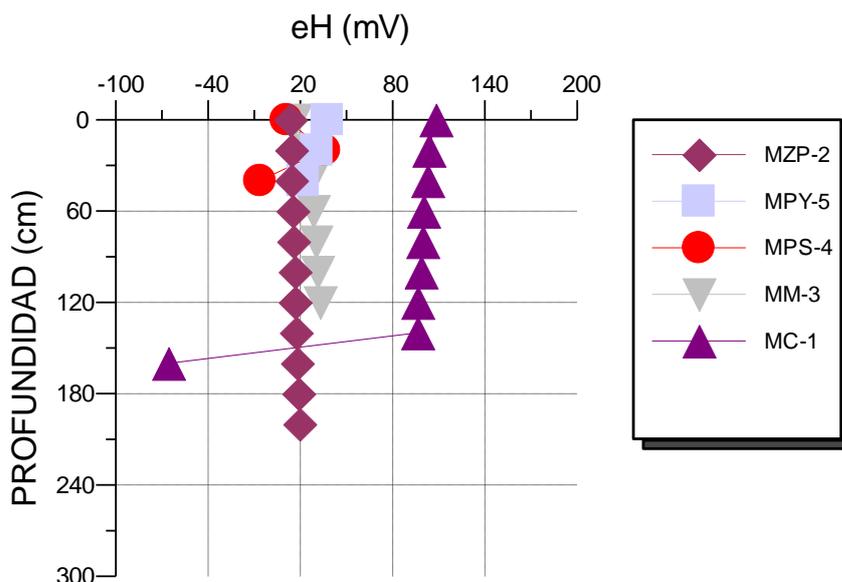


MARZO 018

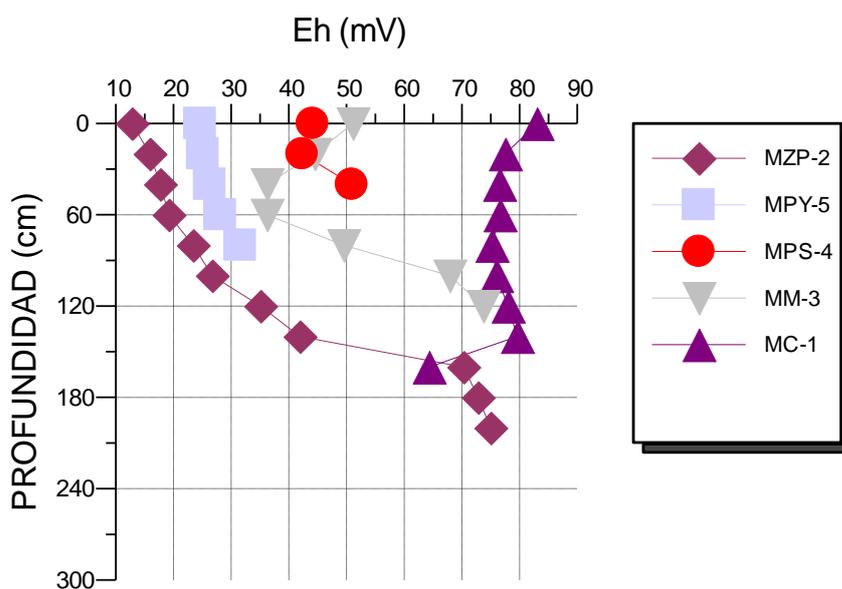


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

PARÀMETRO: REDOX
DICIEMBRE 2017

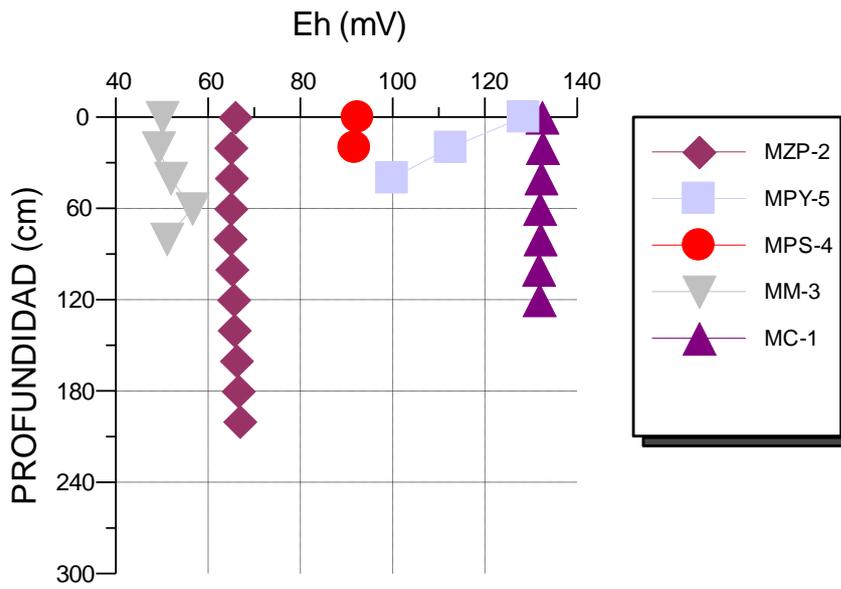


ENERO 2018

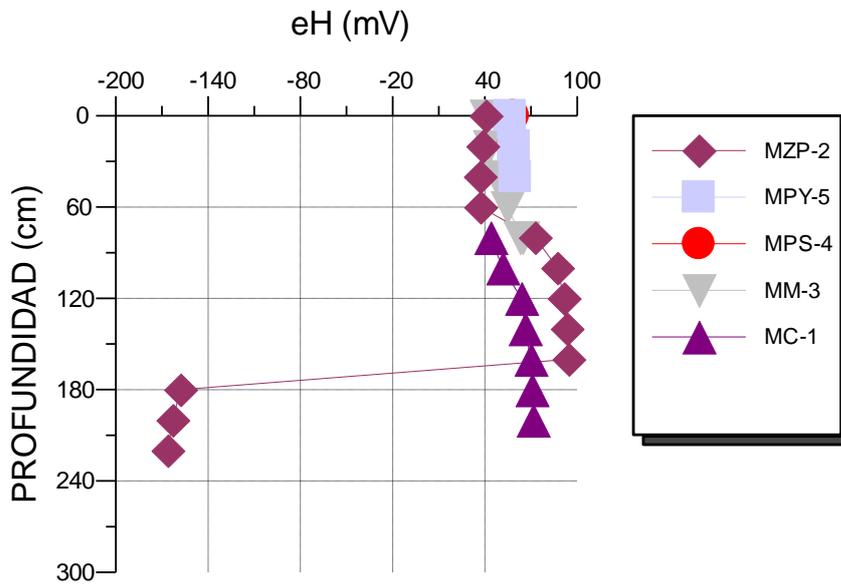


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

FEBRERO 2018

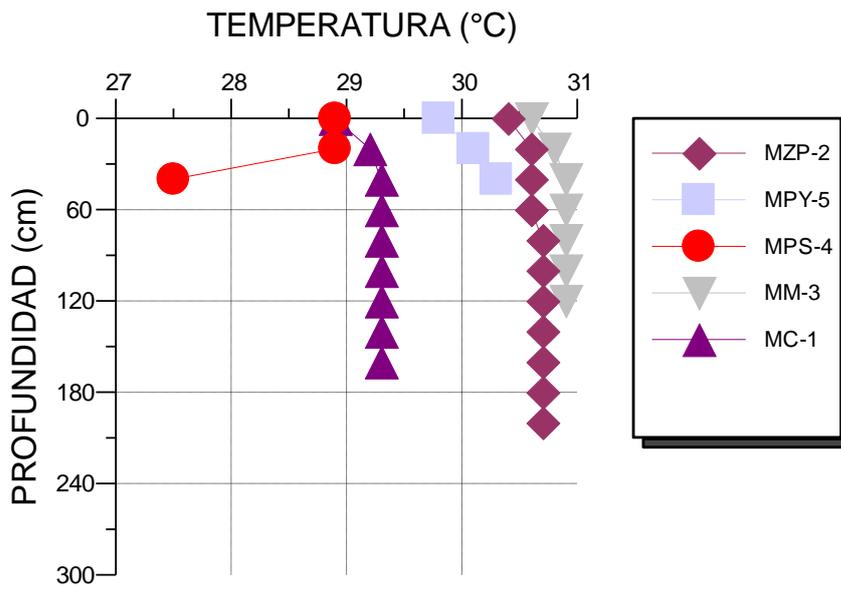


MARZO 2018

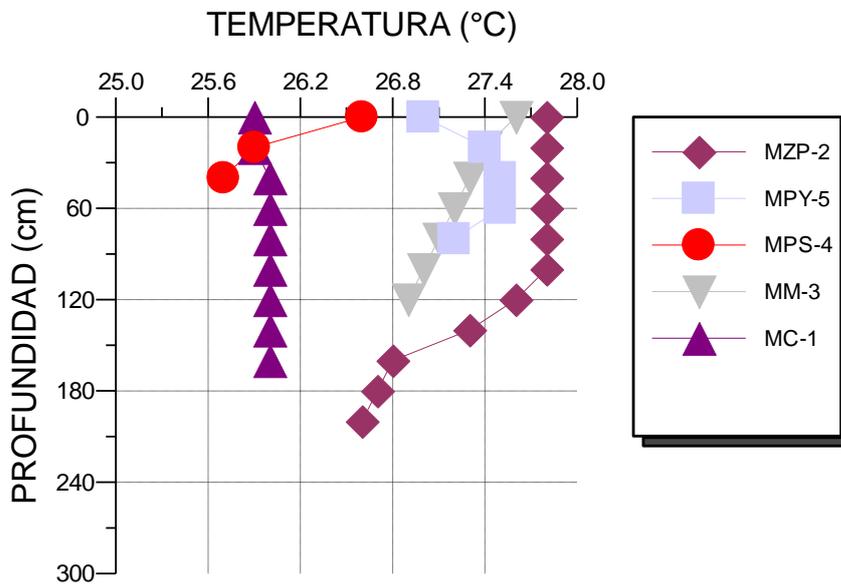


17.- TEMPERATURA
DICIEMBRE 2017

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

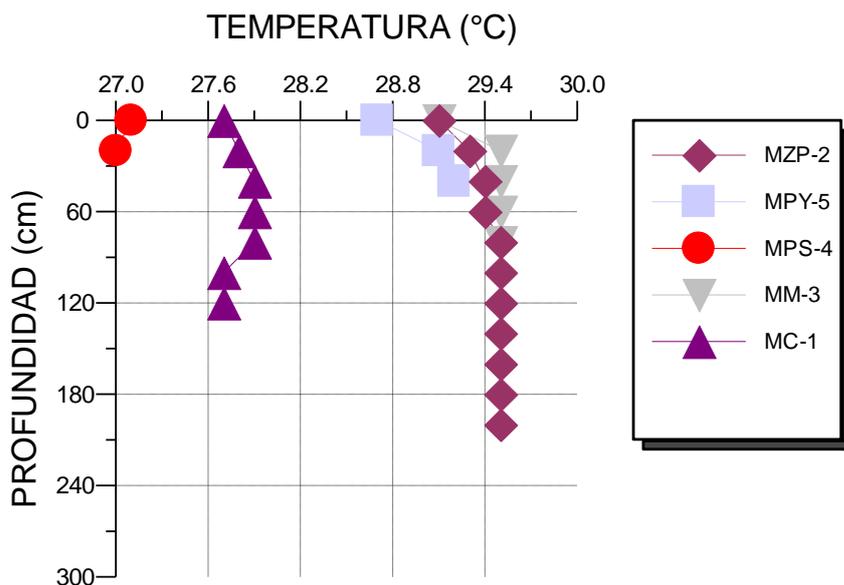


ENERO 2018

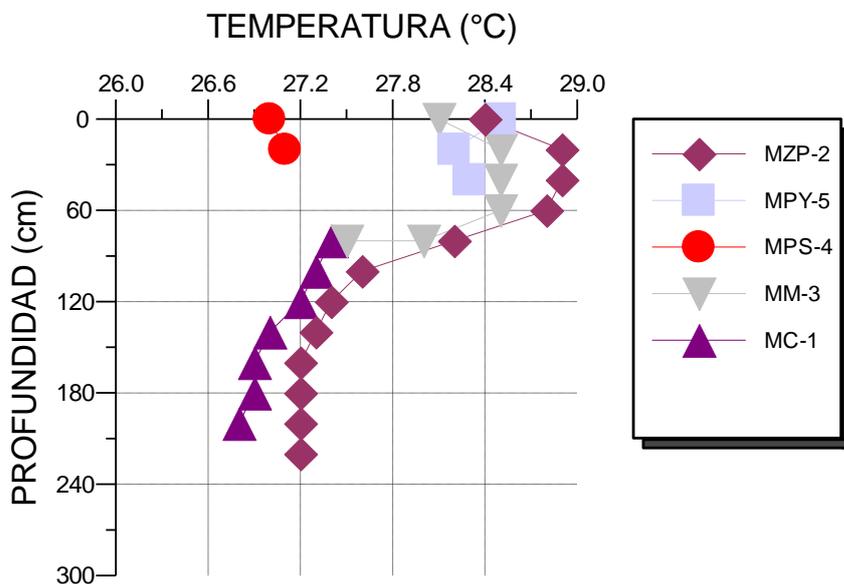


FEBRERO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''



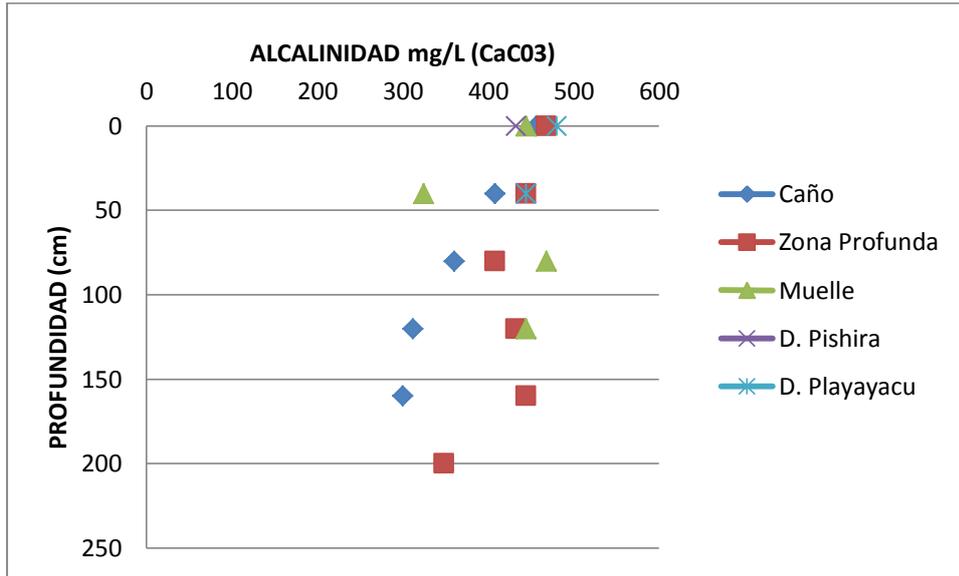
MARZO 2018



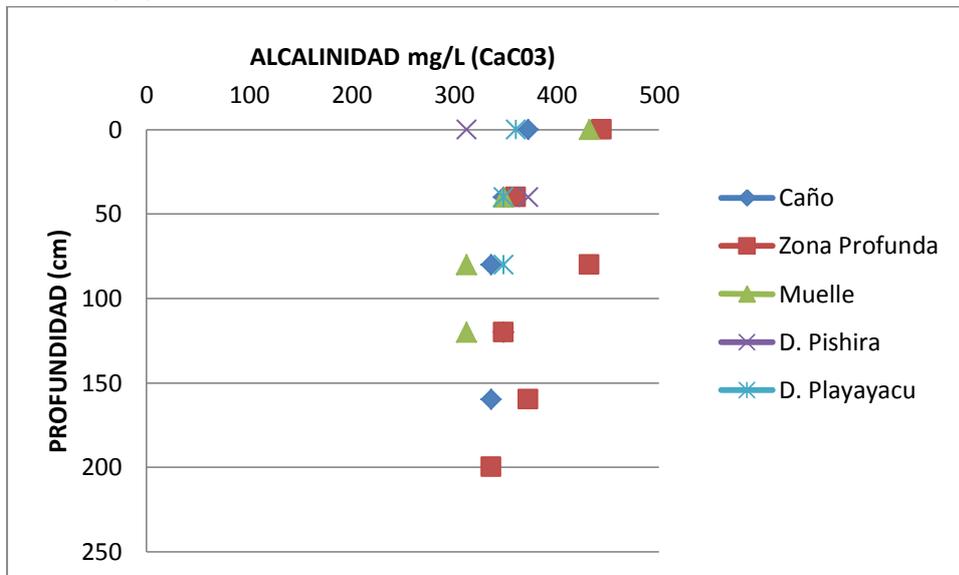
PARÀMETROS DIURNOS DE LABORATORIO

Diciembre 2017

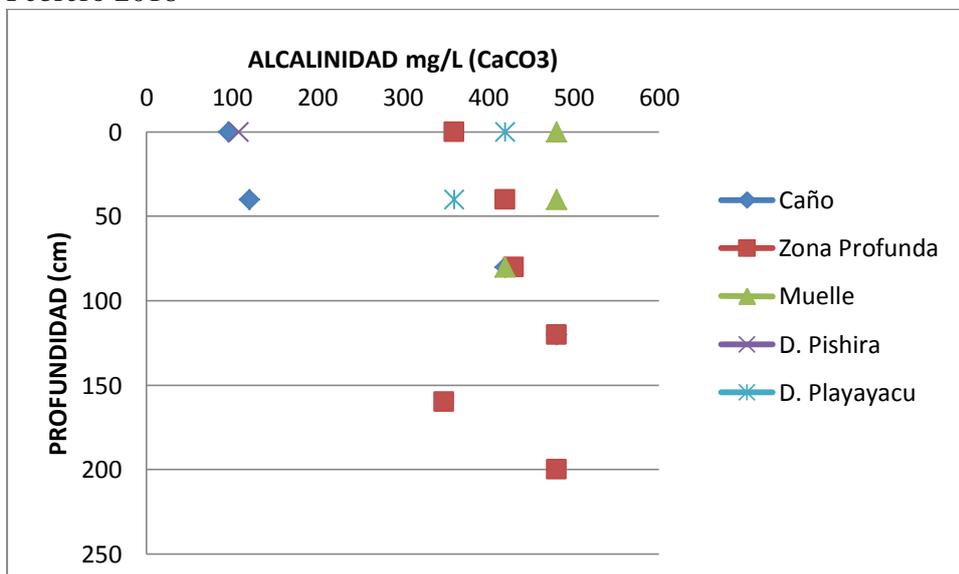
VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''



Enero 2018

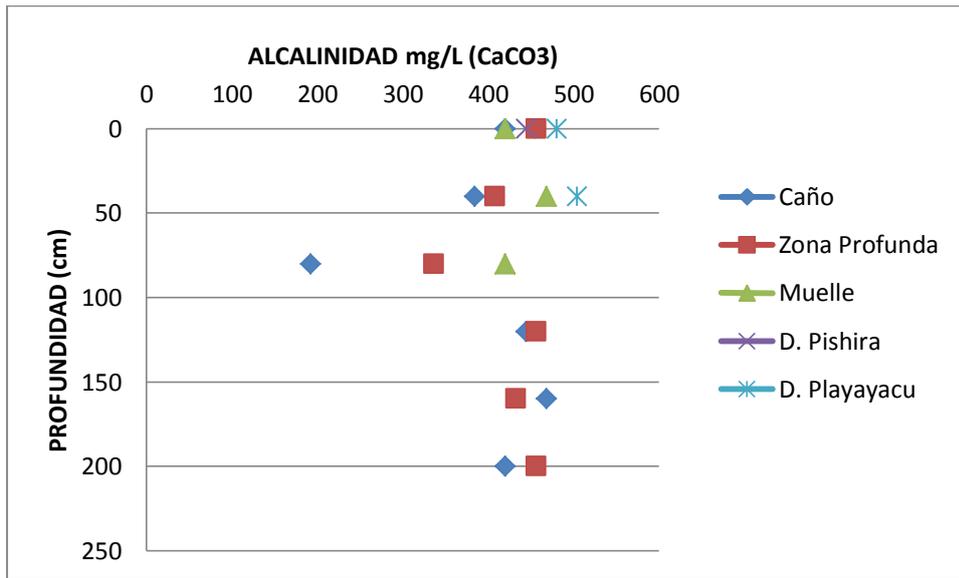


Febrero 2018

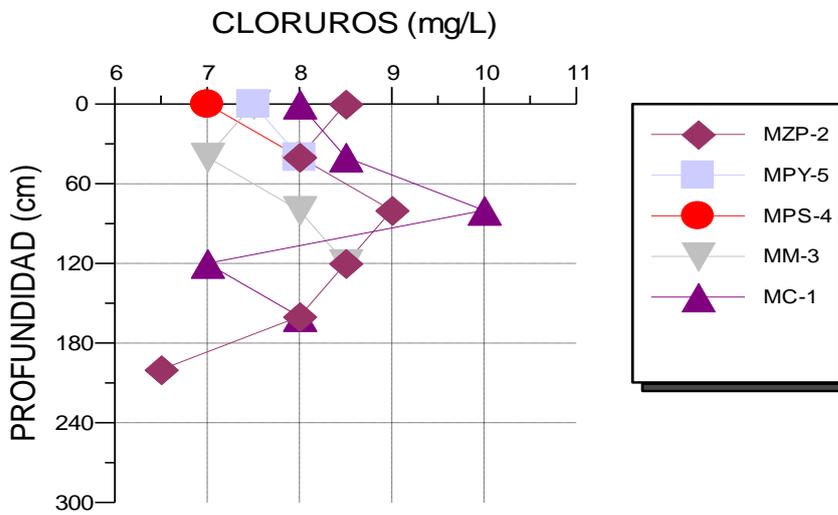


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

Marzo 2018

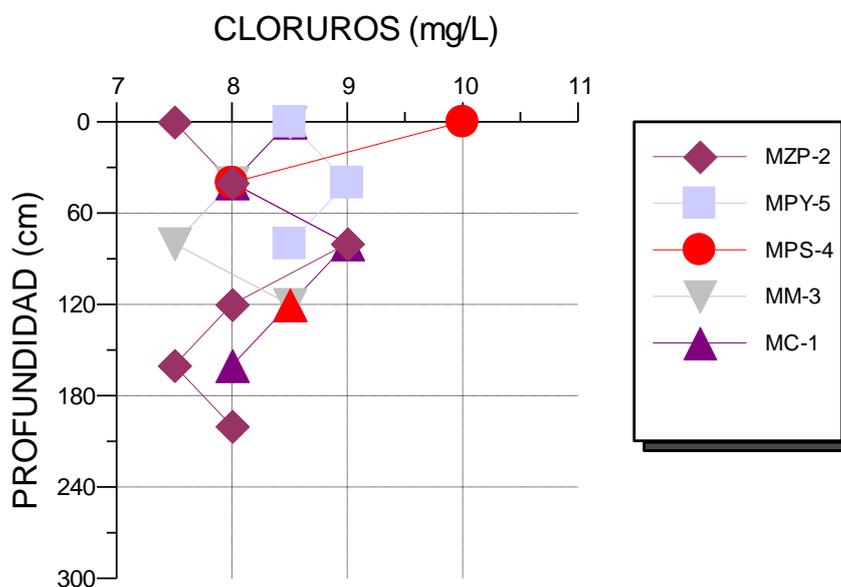


DICIEMBRE 2017

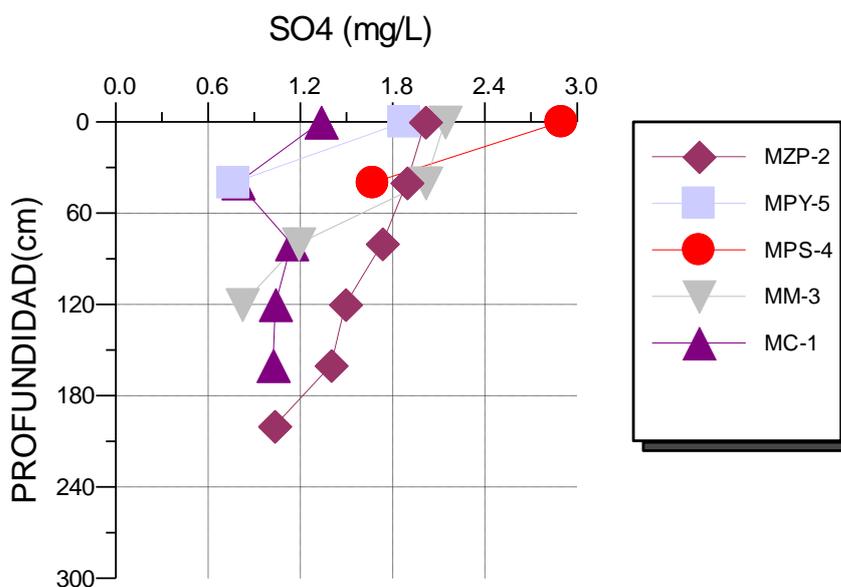


VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

ENERO 2018

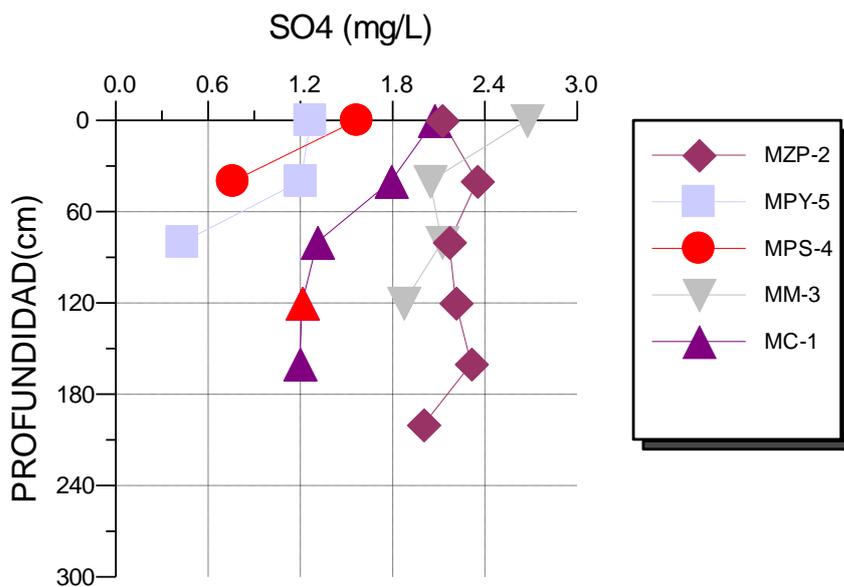


PARÀMETRO: SULFATOS
DICIEMBRE 2017

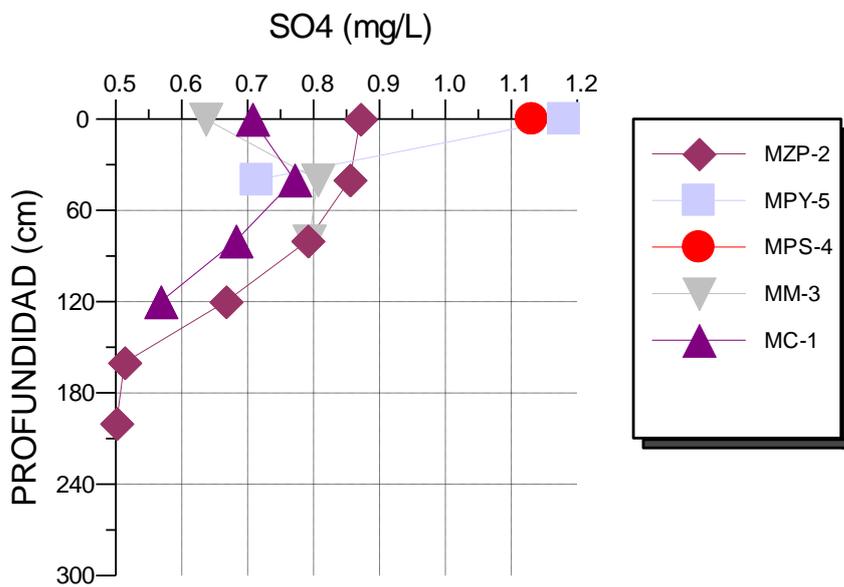


ENERO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

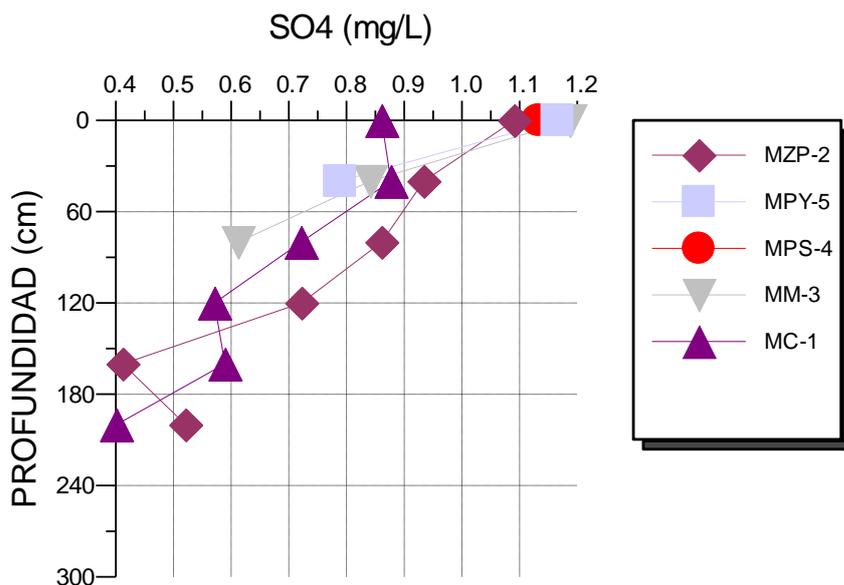


FEBRERO 2018

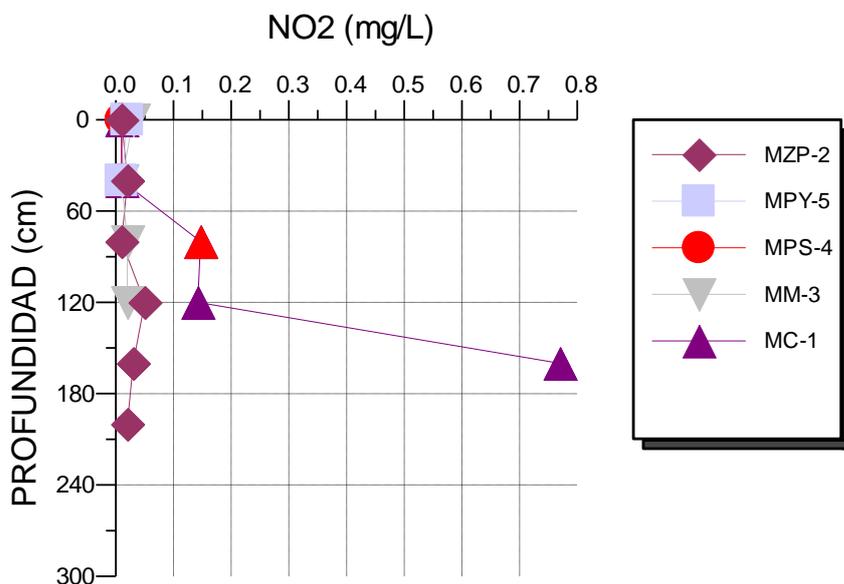


MARZO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

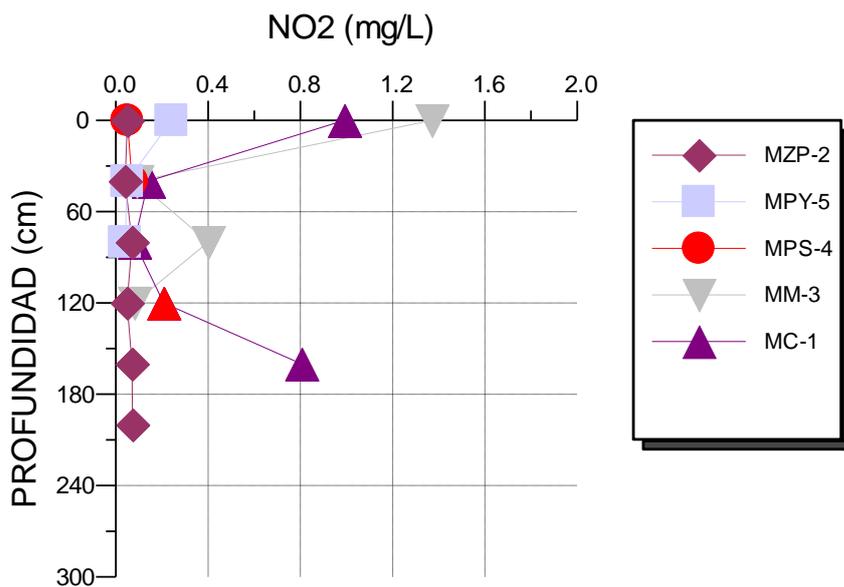


PARÁMETRO: NITRITOS DICIEMBRE 2017

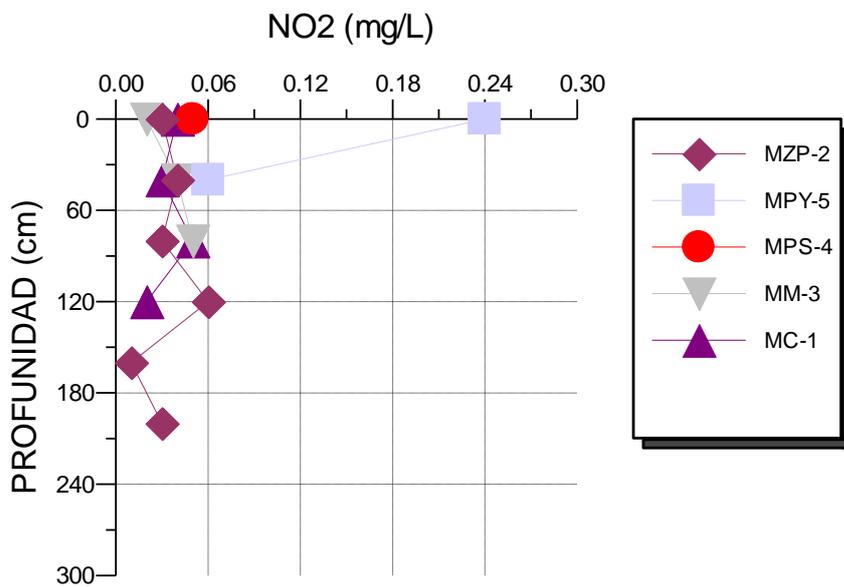


ENERO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

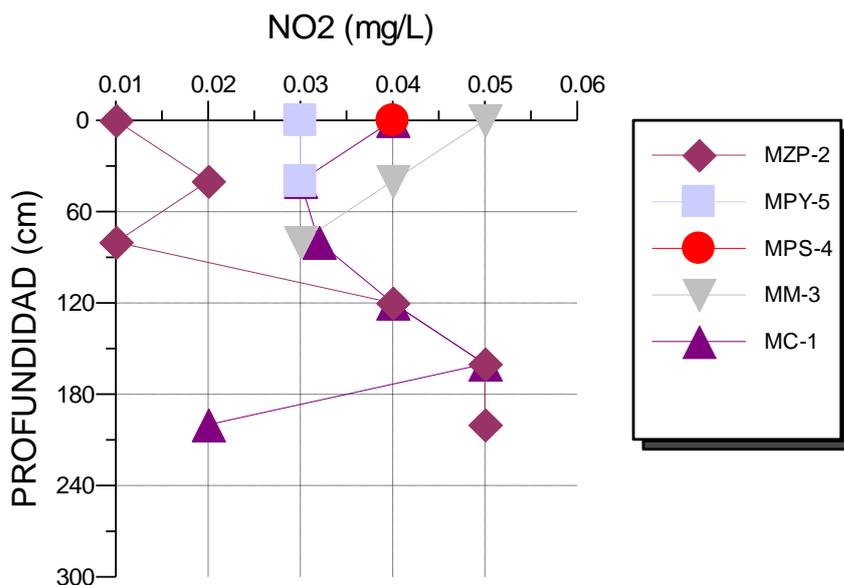


FEBRERO 2018

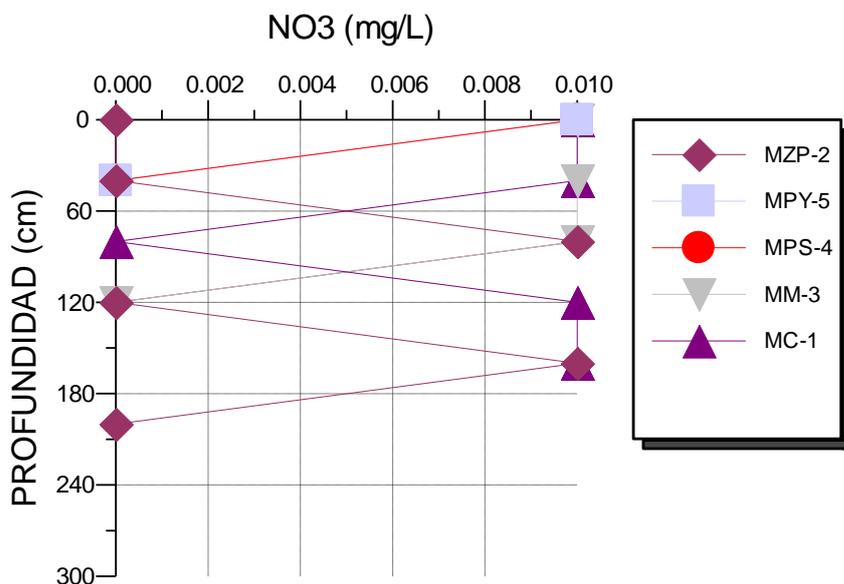


MARZO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

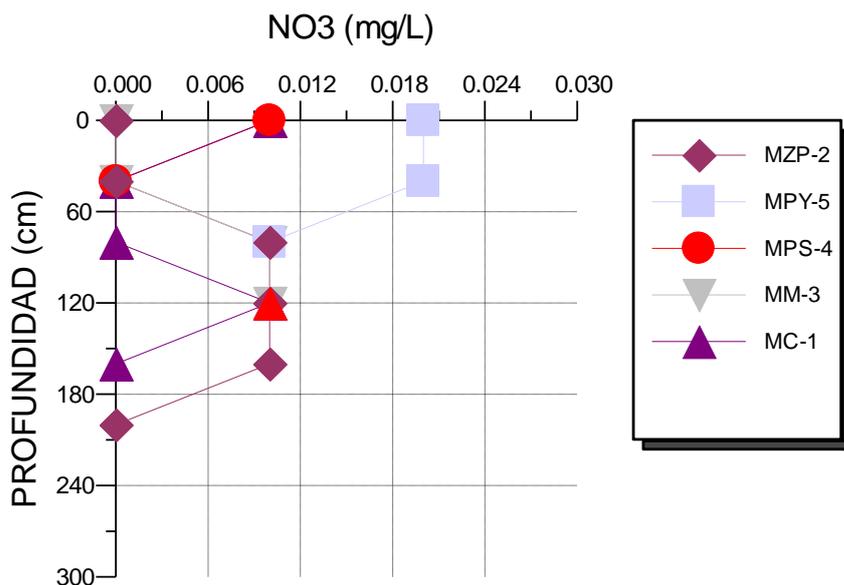


PARÀMETRO: NITRATOS DICIEMBRE 2017

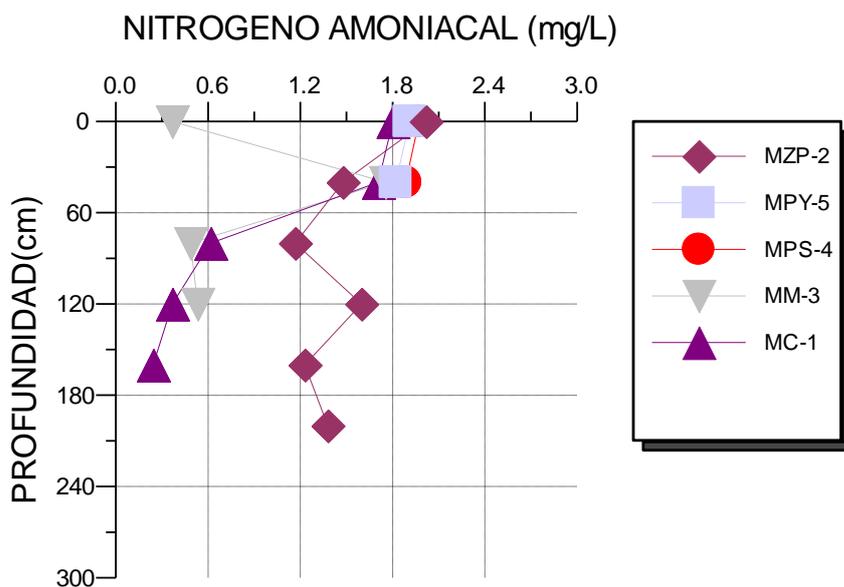


ENERO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

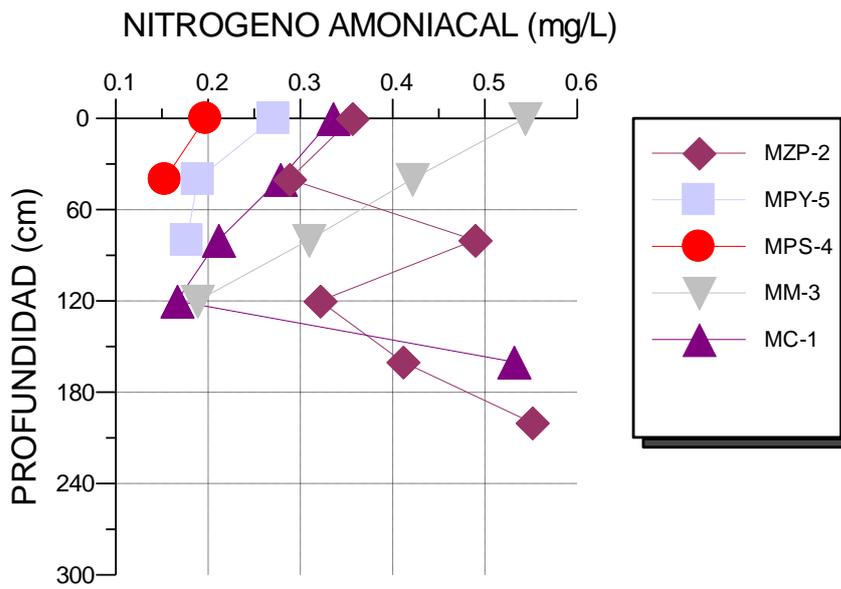


PARÀMETRO: NITROGENO AMONIACAL DICIEMBRE 2017

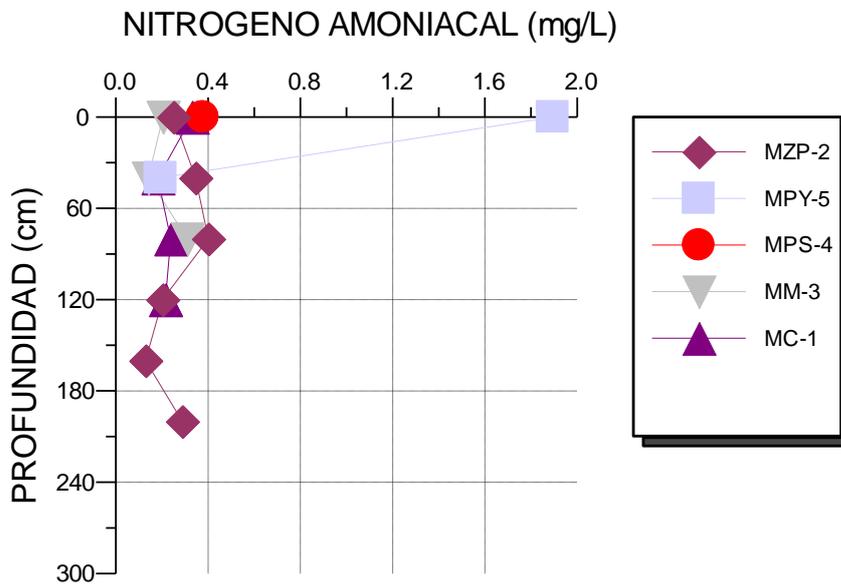


ENERO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

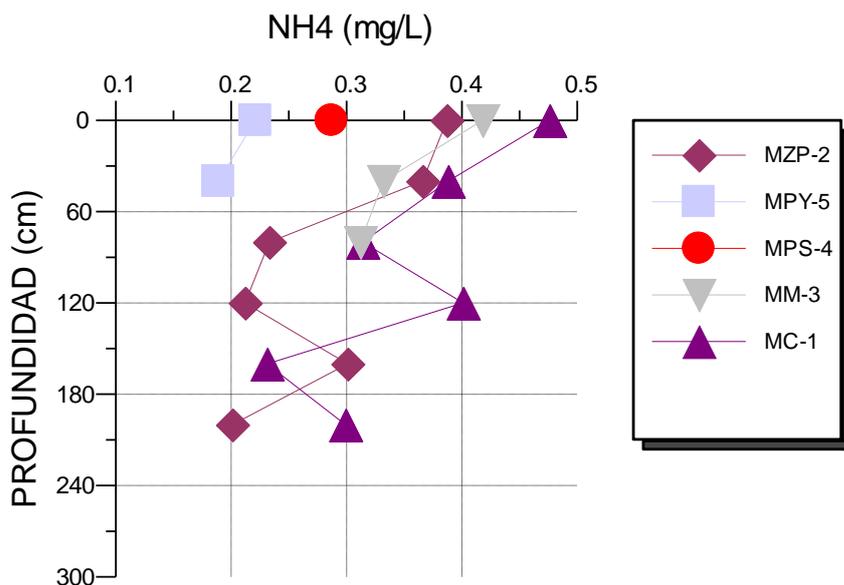


FEBRERO 2018

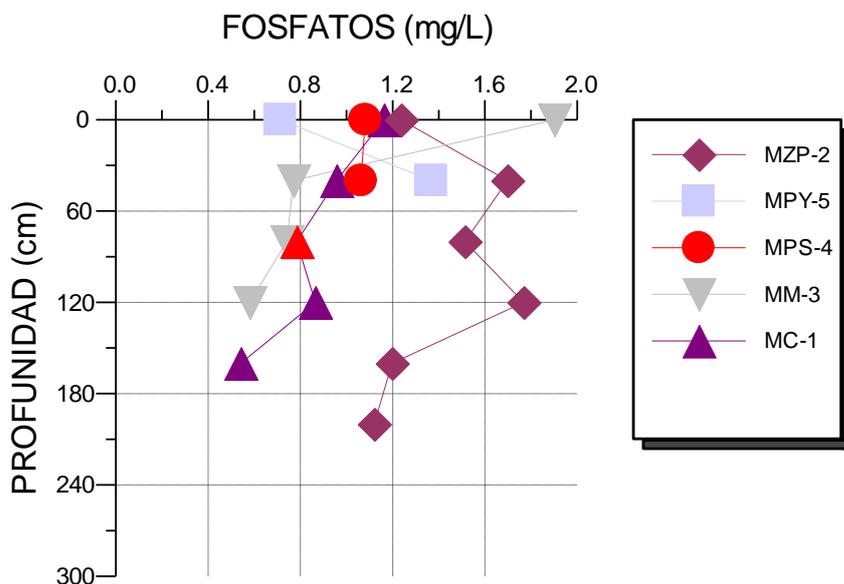


MARZO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

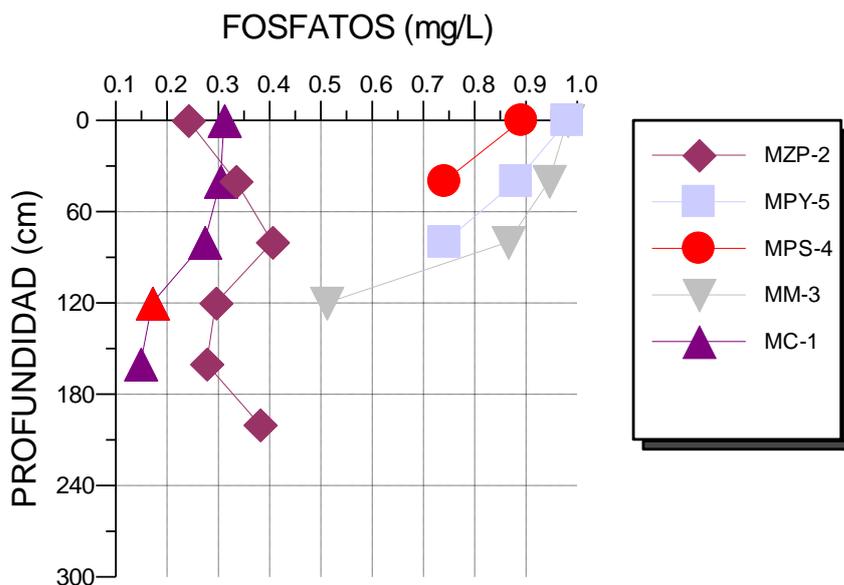


PARÀMETRO: FOSFATOS DICIEMBRE 2017

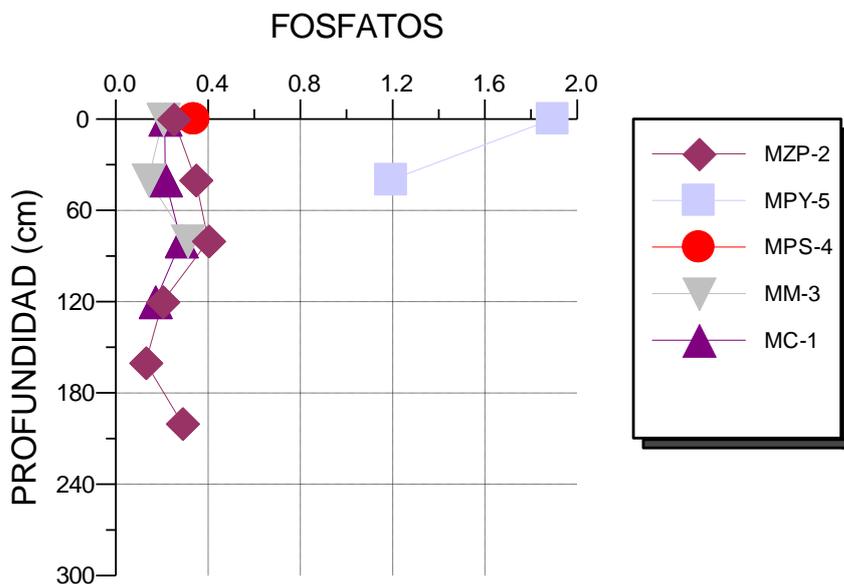


ENERO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

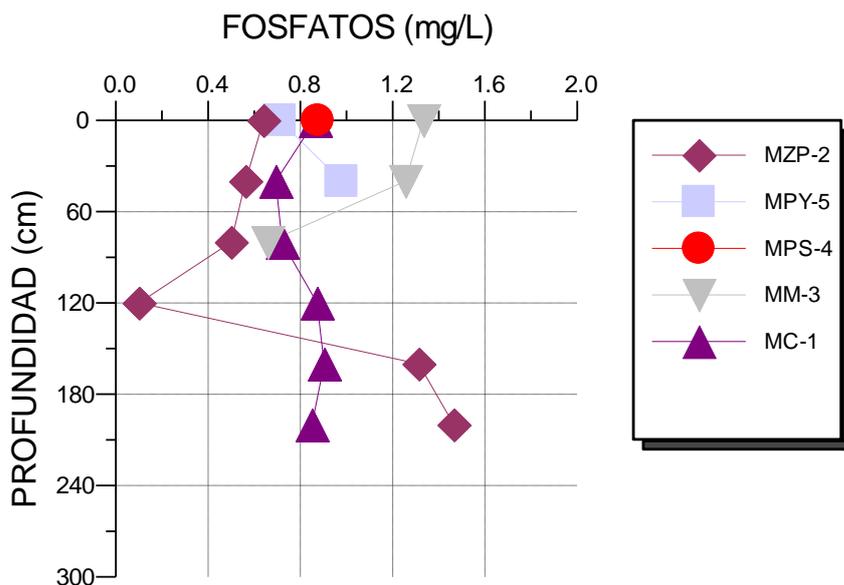


FEBRERO 2018

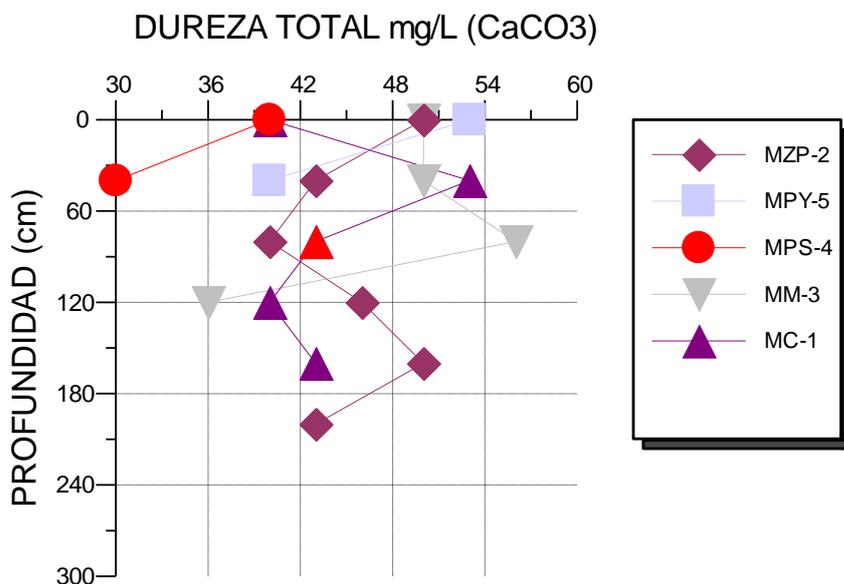


MARZO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

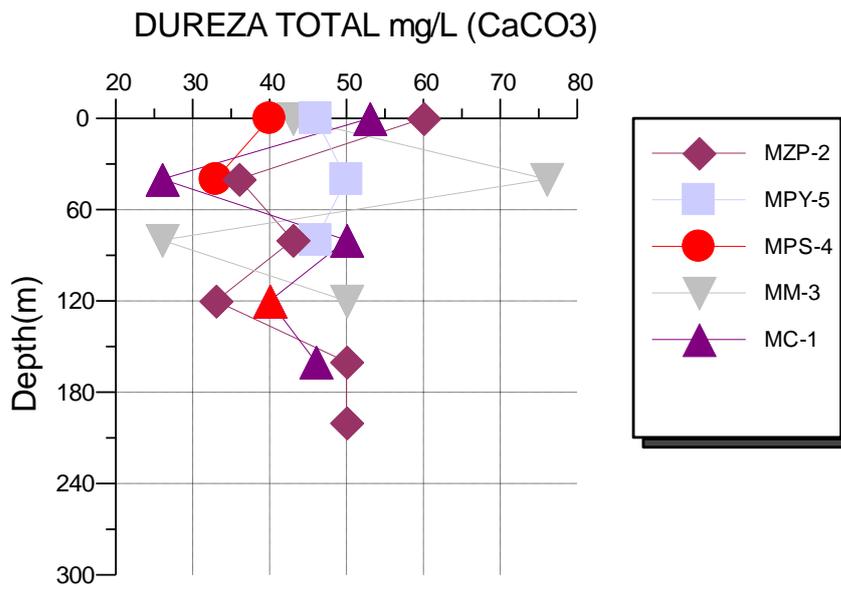


PARÀMETRO: DUREZA TOTAL DICIEMBRE 2017

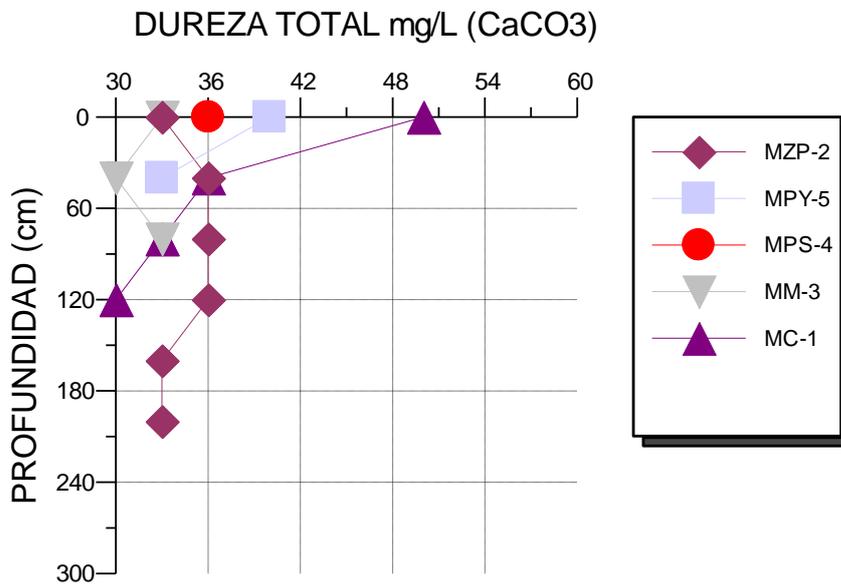


ENERO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''



FEBRERO 2018



MARZO 2018

VARIACIÓN DE LOS PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DIURNOS Y NOCTURNOS EN LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERIODO 2017-2018''

