



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**VALIDACIÓN DE DATOS DE TURBIDEZ OBTENIDOS CON
EL MÉTODO DEL DISCO SECCHI EN COMPARACIÓN CON
EL MÉTODO DEL TURBIDÍMETRO EN LAS AGUAS DE LA
LAGUNA KULTA KUCHA, DEL CANTÓN COLTA,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO
ABRIL-AGOSTO DEL 2016.**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: EULER ELIECER TENELEMA GUZMÁN
TUTORA: DRA. CUMANDÁ CARRERA

Riobamba - Ecuador

2016

@2016, Euler Eliecer Tenelema Guzmán

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: “**VALIDACIÓN DE DATOS DE TURBIDEZ OBTENIDOS CON EL MÉTODO DEL DISCO SECCHI EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO DEL TURBIDÍMETRO EN LAS AGUAS DE LA LAGUNA KULTA KUCHA, DEL CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO ABRIL-AGOSTO DEL 2016**” de responsabilidad del señor egresado Euler Eliecer Tenelema Guzmán, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dra. Cumandá Carrera

.....

.....

**DIRECTORA DEL
TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Dra. Yolanda Díaz

.....

.....

**MIEMBRO DEL
TRIBUNAL**

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Euler Eliecer Tenelema Guzmán, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 01 de noviembre del 2016

Euler Eliecer Tenelema Guzmán

171844872-1

Yo, Euler Eliecer Tenelema Guzmán soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

.....
EULER ELIECER TENELEMA GUZMÁN

DEDICATORIA

A mi madre y a mi padre por su esfuerzo y apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida.

Euler

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas por formarme como un profesional.

A mis maestros por impartirme los conocimientos necesarios para lograr culminar esta etapa de mi vida.

A mi familia y amigos por el apoyo brindado en todo momento.

Euler

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1	MARCO TEÓRICO	4
1.1	Calidad del agua.....	4
1.2	Contaminación del agua.....	5
1.3	Fuentes de contaminación	6
1.4	Turbidez.....	6
<i>1.4.1</i>	<i>Turbidez permitida en el agua</i>	<i>8</i>
<i>1.4.2</i>	<i>Causas de la turbidez</i>	<i>8</i>
<i>1.4.4</i>	<i>Impactos de la turbidez</i>	<i>9</i>
1.5	Laguna	9
<i>1.5.1</i>	<i>Usos dados a las lagunas</i>	<i>10</i>
<i>1.5.2</i>	<i>Principales lagunas del Ecuador.....</i>	<i>10</i>
<i>1.5.3</i>	<i>Laguna de Colta</i>	<i>11</i>
1.6	Disco Secchi	13
<i>1.6.1</i>	<i>Uso del disco Secchi.....</i>	<i>13</i>
<i>1.6.2</i>	<i>Limitaciones que presenta el disco Secchi.....</i>	<i>14</i>
1.7	Turbidímetro	14
<i>1.7.1</i>	<i>Turbidímetro portátil Hach modelo 2100P</i>	<i>15</i>
1.8	Validación	16

CAPÍTULO II

2	METODOLOGÍA	17
2.1	Métodos y Técnicas.....	17
<i>2.1.1</i>	<i>Unidad de estudio</i>	<i>17</i>
<i>2.1.1.1</i>	<i>Localización.....</i>	<i>17</i>
<i>2.1.2</i>	<i>Selección de los puntos de monitoreo</i>	<i>18</i>
<i>2.1.3</i>	<i>Muestreo</i>	<i>19</i>
<i>2.1.3.1</i>	<i>Tipo de muestreo.....</i>	<i>19</i>
<i>2.1.3.2</i>	<i>Cantidad de muestra recolectada</i>	<i>19</i>

2.1.3.3	<i>Frecuencia de muestreo</i>	19
2.1.3.4	<i>Horario de muestreo</i>	19
2.1.4	Metodología de monitoreo en campo	19
2.2.4.1	<i>Uso del disco Secchi.</i>	19
2.1.5	En el laboratorio	20
2.1.5.1	<i>Procedimiento para la medición de la turbidez</i>	20
2.1.5.1.1	<i>Calibración</i>	20
2.1.5.1.2	<i>Medición de la turbidez</i>	22
2.2.1	Materiales de campo	23
2.2.2	Equipos	23

CAPITULO III

3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1	Correlaciones de profundidad VS turbiedad	24
3.1.1	<i>Correlación de los alrededores de la laguna</i>	24
3.1.2	<i>Correlación de las aguas del centro de la laguna</i>	25
3.1.3	<i>Correlación de la turbiedad junto a las totoras</i>	27
3.2	Puntos de monitoreo de la laguna Kulta Kucha	28
3.2.1	<i>Puntos donde se tomaron las muestras de agua en los alrededores de la laguna</i>	28
3.2.2	<i>Puntos donde se tomaron las muestras de agua en el centro de la laguna</i>	29
3.2.3	<i>Puntos donde se tomaron las muestras de agua en la laguna junto a las totoras</i>	29
3.3	Prueba programa IBM SPSS Statistics	30

	CONCLUSIONES	32
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	33
--	------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Cuadro para transformar las unidades de turbiedad.....	8
Tabla 2-1: Principales lagunas del Ecuador.....	10
Tabla 1-3: Turbiedad de agua tomada a diferentes profundidades en los alrededores de la laguna.....	24
Tabla 2-3: Promedio de la turbiedad de muestras de agua tomadas a diferentes profundidades en los alrededores de la laguna.....	24
Tabla 3-3: Turbiedad de agua tomada a diferentes profundidades en el centro de la laguna.....	25
Tabla 4-3: Promedio de la turbiedad de muestras de agua tomadas a diferentes profundidades en el centro de la laguna.....	26
Tabla 5-3: Turbiedad de agua tomada a diferentes profundidades junto a las totoras.....	27
Tabla 6-3: Promedio de la turbiedad de muestras de agua tomadas a diferentes profundidades junto a las totoras de la laguna.....	27
Tabla 7-3: Resultados de turbiedad tomadas en diferentes puntos en los alrededores de la laguna con el turbidímetro y con el Disco Secchi.....	28
Tabla 8-3: Resultados de turbiedad tomadas en diferentes puntos del centro de la laguna con el turbidímetro y con el Disco Secchi.....	29
Tabla 9-3: Resultados de turbiedad tomadas en diferentes puntos de la laguna junto a las totoras con el turbidímetro y con el Disco Secchi.....	30
Tabla 10-3: Resultado de las estadísticas de grupo.....	30
Tabla 11-3: Resultados de la prueba de Levene y prueba t.....	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico1-1. Tamaño de las partículas suspendidas en el agua.....	7
Gráfico 2-1. Disco Secchi.....	13
Gráfico 3-1. Uso del disco Secchi desde una embarcación.....	14
Gráfico 1-2. Localización de la Laguna Kulta Kucha.....	17
Gráfico1-3. Correlación altura VS turbiedad en los alrededores de la laguna.....	25
Gráfico 2-3. Correlación altura VS turbiedad en el centro de la laguna.....	26
Gráfico 3-3. Correlación altura VS turbiedad tomadas junto a las totoras de la laguna.....	28

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-1. Laguna Kulta Kucha.....	12
Fotografía 2-1. Turbidímetro portátil Hach modelo 2100P.....	15
Fotografía 1-2. Uso del Disco Secchi desde una embarcación.....	20
Fotografía 2-2. Calibración del turbidímetro.....	21
Fotografía 3-2. Determinación de la turbidez mediante el uso del turbidímetro.....	22

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A.** Ubicación de los puntos de monitoreo en los alrededores de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO B.** Ubicación de los puntos de monitoreo junto a las totoras de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO C.** Ubicación de los puntos de monitoreo en el centro de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO D.** Ubicación de todos los puntos de monitoreo realizados en las aguas de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO E.** Centro de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO F.** Toma de muestras de agua en el centro de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO G.** Alrededores de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO H.** Toma de muestras de agua en los alrededores de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO I.** Totoras presentes en la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO J.** Toma de muestras de agua junto a las totoras de la laguna Kulta Kucha
- ANEXO K.** Uso del disco Secchi en los alrededores de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO L.** Medición de la altura del disco Secchi en los alrededores de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO M.** Uso del disco Secchi en el centro de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO N.** Medición de la altura del disco Secchi en el centro de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO Ñ.** Uso del disco Secchi junto a las totoras de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO O.** Medición de la altura del disco Secchi junto a las totoras de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO P.** Muestras de agua para analizar la turbidez.
- ANEXO Q.** Turbidímetro portátil Hach modelo 2100P para la determinación de la turbidez.
- ANEXO R.** Uso del turbidímetro en el laboratorio.
- ANEXO S.** Determinación de la turbidez de las muestras de agua tomadas de la laguna Kulta Kucha.
- ANEXO T.** Correlaciones profundidad VS turbiedad.
- ANEXO U.** Puntos de monitoreo de la Laguna Kulta Kucha

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue validar los datos de turbidez obtenidos con el método del Disco Secchi en comparación con el método del turbidímetro en las aguas de la laguna Kulta Kucha del cantón Colta. Se realizó una correlación de los valores de turbiedad vs penetración luminosa en 3 sitios específicos: en los alrededores de la laguna, en la mitad de la laguna y junto a las totoras para determinar la turbiedad de la misma mediante el uso del disco Secchi y el turbidímetro ya que se asume que la turbiedad depende principalmente de las características del lugar en donde se tomen las muestras. Los resultados fueron recogidos en inventarios para posteriormente realizar análisis estadísticos en el programa IBM SPSS Statistics donde se aplicó la prueba T de student para muestras independientes dando como resultado que sus medias son parecidas por lo tanto las varianzas entre el disco Secchi y el turbidímetro son iguales; evidencia suficiente que permitió concluir que los datos de turbidez son iguales usando el disco Secchi o el turbidímetro. Adicionalmente mediante esta investigación se pudo obtener los valores de turbidez de los tres sitios en estudio siendo su resultado en los alrededores de la laguna un promedio de turbidez de 3,1597NTU, en el centro de la laguna la turbidez promedio es de 0,6107NTU, y finalmente la turbidez promedio del agua junto a las totoras es de 14,7731NTU. Se concluyó que el sitio de la laguna Kulta Kucha con mayor turbidez es junto a las totoras, asumiéndose que se debe principalmente a la presencia de algas que existen. Se recomienda el uso del disco Secchi como instrumento para determinar la turbidez del agua en lagunas por ser más económico puesto que los resultados indican que no existe diferencia el usar el disco Secchi o el turbidímetro.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA AMBIENTAL>, <DISCO SECCHI (INSTRUMENTO) > <TURBIDÍMETRO (INSTRUMENTO)> <LAGUNA KULTA KUCHA > <TURBIDEZ DEL AGUA> <CORRELACIÓN DE DATOS > <COLTA (CANTÓN)>

ABSTRACT

The objective of the research was to validate turbidity data obtained with the method of the Secchi disk in comparison with the method of turbidimeter in the waters of the lagoon of Kulta Kucha of the canton Colta. There was a correlation between the values of turbidity vs. Luminous penetration on three specific sites: in the surroundings of the lagoon, in the middle of the lagoon and next to the cattails to determine the turbidity of the same through the use of the Secchi disk and the turbidimeter since it is assumed that the turbidity depends mainly on the characteristics of the place where samples are taken. The results were gathered in inventories later to realize the statistical analysis in the program IBM SPSS statistics where Studen T-test was applied for independent samples giving like result that its averages are similar therefore the variances between the Secchi disk and the turbidimeter are equal; sufficient evidence that allowed concluding that the data of turbidity are equal using disk Secchi or the turbidimeter. Additionally by this research was able to obtain the turbidity values of the three sites in study being its outcome in the surroundings of the lagoon an average of turbidity of 3,1597NTU, in the centre of the lagoon average turbidity is 0,6010NTU, and finally the average turbidity of the water next to the cattails is 14,7731NTU. It was concluded that the site of the lagoon Kulta Kucha with greater turbidity is next to the cattails, assuming that it is mainly to the presence of algae that exist. The use of disk Secchi is recommended as instrument to determine the turbidity of the water in the lakes to be cheaper since the results indicate that there is no difference when using Secchi disk or the turbidimeter.

KEY WORDS: TECHNOLOGY SCIENCES OF ENGINEERING, ENGINEERING ENVIRONMENTAL, SECCHI DISK (INSTRUMENT), TURBIDIMETER (INSTRUMENT), LAGOON OF KULTA KUCHA, TURBIDITY OF THE WATER, CORRELATION OF DATA, COLTA (CANTON)

INTRODUCCIÓN

Identificación del problema

Colta es un cantón de la Provincia de Chimborazo, ubicado a 20 minutos de la ciudad de Riobamba, con una altitud promedio de 3212 msnm este cantón tiene una población total de 44 971 habitantes en las áreas urbana y rural, aquí se encuentra ubicada la laguna Kulta Kucha que tiene una dimensión de 2,5 km de largo por 1 km de ancho siendo un lugar turístico ya que posee fauna entre la que se puede encontrar una gran diversidad de aves como patos emigrantes, garzas, ovejas, peces de colores, etc.; a ésta llegan turistas de diferentes sectores tanto nacionales como extranjeros, pero las aguas de la laguna no son cristalinas a causa de la turbidez del agua, provocando así un impacto estético negativo, ya a nadie le gusta el aspecto del agua sucia que es causada por la turbidez del agua.

A los alrededores de la laguna se tiene una población que si bien es cierto es mínima, generan contaminantes principalmente de tipo doméstico que son descargados directamente a la laguna y que pueden alterar la apariencia del agua al mismo tiempo que puede generar eutrofización de la misma, por lo cual es necesario realizar estudios de la turbidez del agua de esta laguna.

La turbiedad se origina por la presencia de partículas suspendidas y disueltas; materia en suspensión como arcilla, cieno o materia orgánica e inorgánica finamente dividida, así como compuestos solubles coloridos, plancton y diversos microorganismos. La turbiedad se origina cuando existe crecimiento excesivo de algas, presencia de sedimentos procedentes de la erosión, presencia de sólidos resuspendidos del fondo y descarga de efluentes. Y esta se da en aguas lénticas como las de las lagunas en donde existe contaminación debido a factores tanto naturales como humanos.

Para la determinación de la turbidez del agua se usan diferentes métodos entre los más conocidos tenemos el turbidímetro y el Disco Secchi. Estos métodos son usados para la determinación de la turbidez del agua pero cabe indicar que el turbidímetro es un aparato costoso teniendo en el mercado un costo que oscila entre los \$ 900 y \$ 1500. Para determinar la turbidez del agua de una sola muestra en un laboratorio esta cuesta \$ 10.08 entregando los resultados en aproximadamente 3 o 4 días siendo así un método costoso que por el contrario con una inversión de máximo \$ 20 se puede fabricar un Disco Secchi que se lo puede usar las veces que sean necesarias para la

determinación de la turbidez del agua, generando así un ahorro para el técnico que requiera determinar este parámetro que nos da una idea de la calidad del agua. El problema que se evidencia es principalmente económico ya que la determinación de la turbidez es un indicador muy útil de la calidad del agua siendo así un parámetro importante de tener en cuenta, es por este motivo que se requiere estandarizar el método del disco Secchi para que sea utilizado como un instrumento con el cual se pueda trabajar con un grado de confianza reemplazando así el uso del turbidímetro ahorrando tiempo y dinero. Para realizar el presente proyecto se tiene que realizar una correlación entre el Disco Secchi y la turbidez para así construir una tabla de turbiedad (NTU) Vs. Penetración luminosa (cm) empleando un turbidímetro y el disco Secchi.

Justificación de la investigación

Como es de conocimiento general el agua es vital e indispensable para la vida, la turbidez es un indicador físico de fácil reconocimiento para determinar la calidad del agua, entre los principales parámetros que pueden causar la turbidez del agua tenemos: crecimiento excesivo de algas, presencia de fitoplancton, sedimentos procedentes de la erosión, sedimentos suspendidos del fondo, escorrentía urbana.

La turbidez es uno de los parámetros que pueden indicar a primera vista un grado de contaminación del agua, adicionalmente es un indicador del grado de aceptación por parte de los consumidores.

La turbidez puede producir impactos a los ecosistemas acuáticos de la laguna ya que puede:

- Afectar la fotosíntesis por que limita el paso de la luz solar.
- Afecta la respiración y la reproducción de la vida acuática.

Actualmente el turbidímetro se ha convertido en el instrumento fundamental para la determinación de la turbidez del agua por ser el más preciso ya que arroja resultados exactos, es por esta razón su costo elevado en el mercado. Es por este motivo que se pretende verificar la efectividad del Disco Secchi en comparación con el turbidímetro para la determinación de la turbidez, de manera que pueda ser utilizado con confiabilidad ya que su costo representa una gran economía para los usuarios adicionalmente a la facilidad de su construcción. El proyecto a realizarse va a beneficiar económicamente a las personas que requieran determinar la turbidez como indicador de la calidad del agua, también permitirá un ahorro de tiempo, las mediciones se

realizarán el número de veces que sea necesario y en el momento que se lo requiera, por ende la determinación de la turbidez con el Disco Secchi va a causar un impacto positivo; por tal motivo que se pretende estandarizar el uso del Disco Secchi como instrumento de la determinación de turbidez del agua.

Adicionalmente el presente proyecto pretende determinar en qué zona de la laguna Kulta Kucha se encuentra el nivel de turbidez mayor ya que como se mencionó anteriormente en los alrededores de la laguna existe una descarga de contaminantes domésticos y al ser una fuente externa de contaminación afectan la estética de este atractivo turístico.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

- Validar los datos de turbidez obtenidos con el método del Disco Secchi en comparación con el método del turbidímetro en las aguas de la laguna Kulta Kucha, del cantón Colta, Provincia de Chimborazo durante el periodo abril-agosto del 2016.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la turbidez del agua de la laguna Kulta Kucha, del Cantón Colta, Provincia de Chimborazo durante el periodo abril-agosto del 2016 mediante el método del Disco Secchi y turbidímetro.
- Comparar la variación en los diferentes puntos de muestreo en donde se va a determinar la turbidez del agua de la laguna Kulta Kucha.
- Evaluar los resultados de turbidez del agua de la laguna Kulta Kucha con el método del Disco Secchi y turbidímetro durante el periodo abril-agosto del 2016.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Calidad del agua

En la actualidad la calidad del agua es un tema prioritario e importante ya que la calidad de cualquier masa de agua va a depender de varios factores ya sean estos naturales o humanos. Para poder determinar la calidad del agua se van a comparar las características físicas, químicas y biológicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares.

La calidad del agua es un factor que influye en el bienestar de las personas y en la salud de los ecosistemas; desde la perspectiva de su gestión la calidad del agua se define por el uso final que se le va a dar, entendiéndose así que el agua de buena calidad es cuando al ser utilizada no va a provocar daños a quien haga uso de esta. La calidad del agua va a depender también del estado de las características físicas, químicas, microbiológicas y biológicas del agua ya que estas influyen estrechamente en el concepto de “calidad” de la misma; es decir, que el agua es de buena calidad cuando esta no contiene microorganismos dañinos y sustancias que transmitan efectos desagradables para el consumo como por ejemplo el color, el olor, el sabor o la turbiedad. El agua potable es aquella agua que se recomienda para el consumo del ser humano, para que sea potable esta agua debe ser tratada para así eliminar cualquier tipo de contaminantes ya que estas provienen de diferentes fuentes ya sean subterráneas o superficiales. (Romero, 2007, p.67).

De acuerdo con Sierra (2011, p.47), la calidad del agua se la puede definir como: a) Una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas, y b) la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad de un cuerpo de agua presenta variaciones tanto espaciales como temporales y esto se debe principalmente a los factores externos e internos al cuerpo de agua.

Según la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, para comprobar que la calidad del agua es buena se establecen 2 tipos de indicadores los primarios y los secundarios, ya que estos nos van a indicar de una buena manera que tan contaminada esta un cuerpo de agua.

Los indicadores primarios lo componen cuatro grupos, entre los cuales tenemos:

1. Productos químicos inorgánicos (presencia de metales y compuestos).
2. Productos químicos orgánicos (por ejemplo, pesticidas).
3. Sustancias radioactivas.
4. Microorganismos.

Los indicadores secundarios hacen referencia principalmente a los parámetros físicos del agua (por ejemplo color, turbidez, olor, sustancias en suspensión, etc.) (Romero, 2007, p.68)

1.2 Contaminación del agua

El agua es muy importante ya que no solamente es parte de la naturaleza y de los seres vivos, esta también contribuye en el bienestar de todas las actividades humanas que se realizan diariamente en la actualidad. El agua es utilizada principalmente en la dieta diaria de todos los seres vivos y esta es uno de los pocos elementos sin los cuales no podría existir la vida.

Debido a los muchos factores que determinan la calidad del agua y a la gran cantidad de variables que se utilizan para describir el estado de los diferentes cuerpos de agua en términos cuantitativos, es difícil dar una definición clara de “calidad del agua”. Además, al pasar los años los conocimientos sobre calidad del agua han ido evolucionado y avanzando a medida que ha aumentado su demanda en diferentes usos y han mejorado los métodos conocidos para analizar e interpretar las características que esta presenta. Se da la contaminación de un ambiente acuático cuando se introduce de una manera directa o indirectamente por parte del hombre sustancias o energía lo cual causa problemas tales como: daños en los organismos vivos, efectos sobre la salud de los humanos, impedimento de actividades acuáticas como natación, buceo, canotaje, pesca, etc., e interferencia sobre actividades económicas como el riego, el abastecimiento de agua para la industria, etc. (Sierra, 2011, p.47)

Se entiende como contaminación de un ambiente acuático a la alteración negativa en su calidad especialmente en su composición química debido a la acción y efecto de la introducción de materias o formas de energía, con el fin de inducir condiciones en el agua de tal forma que ocasionaría una alteración perjudicial a su calidad en relación al uso al que está siendo destinada, es decir cuando la composición del agua ha sido modificada de tal manera que no tenga las condiciones necesarias para el uso que se hubiera destinado desde un inicio en su estado natural. (Blancas, 2001, p.16)

El agua que proviene de fuentes superficiales como ríos, lagos y quebradas, es objeto diario de una severa contaminación causada generalmente por las actividades humanas que se realizan, estas actividades agregan sustancias ajenas a la composición del agua modificando así la calidad de esta agua, esta contaminación ha adquirido una gran importancia principalmente debido al crecimiento de la población y al incremento de los agentes contaminantes que el mismo hombre ha creado.

1.3 Fuentes de contaminación

Las principales fuentes de contaminación del agua son las producidas como consecuencia de la introducción de sustancias ajenas por parte de las actividades humanas ya sean estas de una manera directa o indirectamente sobre un cuerpo de agua. El desarrollo de las industrias, la agricultura, entre otras actividades han provocado la presencia de ciertos componentes que ponen en peligro la vida en el agua, causando así la contaminación de la misma.

De igual modo, el uso excesivo de abonos para fertilizar los terrenos de cultivo está causando graves problemas de eutrofización en lagos, embalses y ríos. Como consecuencia de ello proliferan las algas y las malezas acuáticas, lo que a su vez provoca cambios en las características físicas y químicas del agua. (Valencia, 2014)

1.4 Turbidez

La turbidez es una manifestación de la consecuencia óptica provocado por la interferencia y dispersión de los rayos luminosos que traspasan un cuerpo de agua y puede ser provocada por una

extensa diversidad de compuestos en suspensión con distinta forma y tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas. (Romero, 2001, p.102)

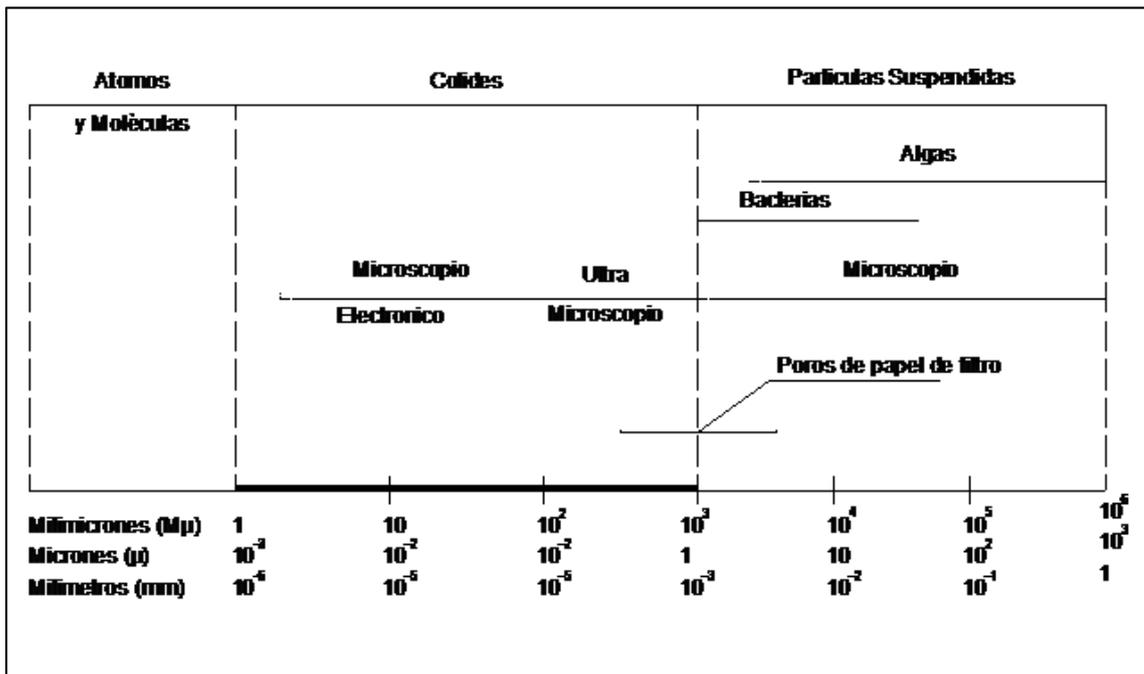


Gráfico 1-1. Tamaño de las partículas suspendidas en el agua

Fuente: Arboleda Valencia, 2000

La determinación de la turbidez del agua es de suma importancia en aguas que son destinadas para consumo humano ya que con los valores de turbidez obtenidos se establecen el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtrabilidad y, consecuentemente, la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de los procesos de coagulación, sedimentación y filtración, así como para determinar la portabilidad del agua. (Sánchez, 2014)

Es importante considerar la turbiedad en las aguas para abastecimiento público por tres razones:

- Estética: es fundamenta ya que cualquier turbiedad en el agua para beber, produce un inmediato rechazo por parte del consumidor y provoca pocos deseos de ingerirla y utilizarla en sus alimentos.
- Filtrabilidad: la filtración del agua se vuelve más difícil por la presencia de las partículas en suspensión aumentando de esta manera su costo al momento de tratarla.
- Desinfección: un valor alto de la turbidez, nos indica la presencia de materia orgánica y microorganismos que van a aumentar la cantidad de cloro u ozono que se utilizan para la desinfección de las aguas para abastecimiento de agua potable.

1.4.1 Turbidez permitida en el agua

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, la turbidez del agua no debe estar por encima de las 5 NTU para el consumo humano y debe de estar idealmente por debajo de 1 NTU para que sea aceptable por parte de los consumidores. (Mejía, 2012)

La turbiedad del agua se expresa en unidades de turbiedad, una unidad de turbiedad es una cantidad patrón empírica producida al agregar 1 mg de SiO₂ a 1 litro de agua destilada. El turbidímetro de Jackson es el instrumento de laboratorio con el cual se mide la turbiedad. Cuando la turbiedad se mide con este instrumento, los resultados se dan en JTU.

Debido a que el turbidímetro de Jackson es un instrumento rudimentario y ante el auge de la instrumentación electrónica, en la actualidad, la turbiedad se mide con turbidímetros basados en principios nefelométricos. La sustancia patrón de medida ya no es el sílice sino una mezcla de sulfato de hidrazina y hexametiltetramina. Cuando la turbiedad se mide con estos instrumentos, los resultados se dan en UNT. (Sierra, 2011, p.50)

Tabla 1-1: Cuadro para transformar las unidades de turbiedad

Unidad	JTU	UNT	SiO ₂ mg/L
JTU	1,0	19,0	2,5
UNT	0,053	1,0	0,3
SiO ₂ mg/L	0,4	7,5	1,0

Fuente: <http://arturobola.tripod.com/turbi.htm#Principios>

1.4.2 Causas de la turbidez

Existen algunos parámetros los cuales influyen significativamente en la turbidez del agua entre las cuales tenemos:

- Descarga de efluentes.
- Crecimiento de las algas.
- Fitoplancton.
- Sedimentos procedentes de la erosión.
- Sedimentos suspendidos del fondo.
- Escorrentía urbana. (Sánchez, 2014)

1.4.3 Consecuencia de una alta turbidez

Las partículas que se encuentran suspendidas en el agua absorben el calor de la luz del sol, lo que provoca que las aguas con alta turbiedad se vuelvan más calientes ocasionando la reducción de la concentración de oxígeno en el agua, cabe indicar que algunos organismos no pueden sobrevivir en agua que ha sufrido un aumento de temperatura. Las partículas suspendidas que se encuentran presentes en el agua con una alta turbiedad bloquean la luz solar evitando así que las plantas acuáticas obtengan la luz solar necesaria que requieren para realizar la fotosíntesis esto ocasiona que las plantas acuáticas mueran fácilmente y sean descompuestas por las bacterias presentes en el agua y así se reducirían los niveles de oxígeno disuelto aún más.

Entre otras consecuencias que producen las partículas suspendidas presentes en el agua es la destrucción de organismos acuáticos como por ejemplo los macro invertebrados que se encuentran en el agua; estas partículas pueden obstruir las branquias de los peces y pueden interferir en su búsqueda para encontrar alimentos; además estas partículas pueden transportar contaminantes a través del agua. (Sánchez, 2014)

1.4.4 Impactos de la turbidez

El principal impacto que produce la turbidez es meramente estético ya que a nadie le gusta el aspecto del agua sucia, causando así un impacto negativo en el turismo. Las partículas que se encuentran suspendidas pueden ayudar a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas. Como un impacto de la sedimentación de las partículas suspendidas en el fondo de los lagos que son poco profundos estos se colmatan de una manera más rápida, los huevos de los peces y las larvas de los insectos son cubiertas por estas partículas lo que provoca que estén sofocados; y las agallas de los peces se tapan o se dañan. (Mejía, 2012)

1.5 Laguna

Una laguna es un cuerpo de agua en estado permanente o transitorio de poca profundidad, es un espacio acuático generalmente cerrado con agua quieta o estancada, una característica es que sus aguas son dulces a diferencia de los océanos o mares, por lo general sus aguas provienen de los deshielos o de la acumulación de lluvia. (Vargas, 2012)

Existen 2 elementos importantes a tomar en cuenta para la formación de las lagunas:

- Primero que el terreno en donde se va a formar una laguna posea una altitud menor que la de los alrededores, ya que así se permite que en este espacio se acumule el agua y no pueda ser escurrida.
- Segundo que las aguas que van a formar una laguna provengan de 2 fuentes diferentes: que son de los deshielos si es el caso de la existencia de glaciares cercanos y de la lluvia, en ambos casos el agua es dulce.

Las lagunas cuentan con flora y fauna característica que van a depender del tipo de agua, la falta de movimiento, la profundidad del terreno, etc.

1.5.1 Usos dados a las lagunas

El principal uso que se les da a las lagunas es el recreativo principalmente la actividad pesquera. Las lagunas por otro lado también pueden ser consideradas para fines estéticos ya que así otorgan al paisaje perfil peculiar transmitiendo así paz, armonía y belleza a quienes disfrutan de su vista. (Grosman, 2008, p.24)

1.5.2 Principales lagunas del Ecuador

El Ecuador al ser un país muy diverso en cuanto a flora y fauna posee una gran variedad de lagunas entre las más importantes podemos mencionar las siguientes:

Tabla 2-1: Principales lagunas del Ecuador

Lagunas del Ecuador	
Nombre de la laguna	Provincia
Laguna de Zhogra	Azuay
Laguna de Buza	Azuay
Laguna de Culebrillas	Cañar
Laguna de Razococha	Carchi
Laguna del Crespo	Carchi
Lagunas del Voladero	Carchi
Laguna El Salado	Carchi
Lagunas Verdes	Carchi

Laguna de Limpiopungo	Cotopaxi
Laguna de Yambo	Cotopaxi
Lagunas de Anteojos	Cotopaxi
Laguna de Quilotoa	Cotopaxi
Lagunas de Ozogoché	Chimborazo
Laguna de Colta	Chimborazo
Laguna Sonsaguín	Chimborazo
Laguna de Langos	Chimborazo
Laguna Negra	Chimborazo
Lagunas de Atillo o Colay	Chimborazo
Lagunas del Altar	Chimborazo
Laguna Encantada Chillacocha	El Oro
Laguna Rusiococha	El Oro
Laguna del Amor	El Oro
Laguna Sirigüiña	El Oro
Laguna La Tembladera	El Oro
Laguna Chinchilla	El Oro
Laguna de Cube	Esmeraldas
Laguna de Cuicocha	Imbabura
Lagunas de Piñan	Imbabura
Laguna de Yahuarcocha	Imbabura
Lagunas del Cubilche	Imbabura
Laguna de San Pablo	Imbabura
Laguna Santa Marianita	Morona Santiago
Laguna de Conchas	Morona Santiago
Laguna de Papallacta	Napo
Laguna de Garzacocha	Orellana
Laguna de Jatuncocha	Orellana
Laguna el Kunturzhillu	Zamora Chinchipe
Lagunas del Condorcillo	Zamora Chinchipe
Lagunas del Compadre	Zamora Chinchipe

Fuente: <http://www.viajandox.com/lagunas-lagos-ecuador-01.htm>

1.5.3 Laguna de Colta

La laguna de Colta o también llamada en su lenguaje puruha como Laguna Kulta Kucha que significa “Laguna de Pato” se encuentra ubicada en la parte noroccidental de la Provincia de Chimborazo, situada en una altitud promedio de 3300 msnm, con una temperatura promedio de 12 a 15 °C, la laguna tiene una extensión de 2000 metros de largo por 1000 metros de ancho.

Entre la flora que se puede observar en la laguna esta la totora que es utilizada principalmente para el tejido de esteras y varias artesanías, también es utilizada para el alimento de animales

domésticos, en el interior de la laguna se puede encontrar una gran variedad de especies de aves que son nativas y un sin número de peces de colores, en los alrededores de la laguna se pueden observar chozas y casitas que son propias del lugar.

La laguna culta Kucha ofrece a los turistas quienes la visitan varias actividades entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Caminatas
- Camping
- Fotografía
- Observación de flora y fauna
- Paseo en bicicleta
- Paseo en yate



Fotografía 1-1. Laguna Kulta Kucha

Realizado por: Euler Tenelema, 2016

1.6 Disco Secchi

El disco Secchi es un instrumento estándar de 20 cm de diámetro que se encuentra dividido en cuadrantes pintados alternadamente de color blanco y negro el cual se encuentra atado a una cuerda graduada. (Aguirre, 2001, p. 58)

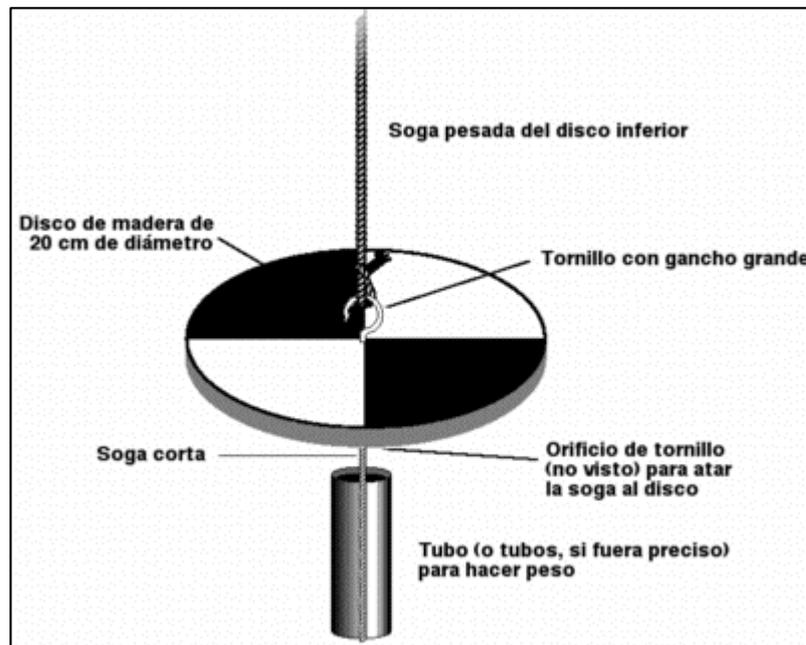


Gráfico 2-1. Disco Secchi

Fuente: <https://muestreodeaguas.wordpress.com/2013/02/21/122/disco-de-secchi-2/>

1.6.1 Uso del disco Secchi

El disco Secchi se sumerge del lado sombreado de la embarcación hasta el momento que este deja de ser visible y mediante la cuerda graduada se anota la profundidad a la cual dejó de ser visible este proceso se lo realiza 3 veces para posteriormente promediar estas medidas para así obtener una medida dependiente de la transparencia del agua. (Roldan, 2008, p. 63)



Gráfico 3-1. Uso del disco Secchi desde una embarcación

Fuente: <http://marduino-project.icm.csic.es/bases-conceptuales-0>

1.6.2 Limitaciones que presenta el disco Secchi

El Disco Secchi presenta dos grandes limitaciones:

- Este disco se debe usar desde una embarcación o desde un muelle que se encuentre cercano a la superficie del agua.
- En zonas con extensa cobertura de plantas acuáticas que se encuentran sumergidas, probablemente se deje de observar el disco al taparse con estas plantas y no porque la transparencia del agua sea baja. (Roldan, 2008, p. 65)

1.7 Turbidímetro

Es un instrumento nefelométrico que mide la turbidez de un líquido causada por las partículas que se encuentran en suspensión, al hacer pasar un rayo de luz a través de una muestra se va a medir la luz reflejada por las partículas en suspensión en un ángulo de 90° con respecto al rayo incidente. La densidad de estas partículas se encuentra en función de la luz reflejada por las partículas que se encuentran suspendidas en el detector. La cantidad de luz reflejada para una densidad dada de partículas depende principalmente de las propiedades de las partículas como su forma, color y reflectividad. (Hidalgo, 2011)

1.7.1 Turbidímetro portátil Hach modelo 2100P

El turbidímetro portátil Hach modelo 2100P permite determinar la turbidez del agua en un rango comprendido entre 0,01 y 1000 NTU, en el modo de selección automática del rango de medida con colocación automática del punto decimal. En el modo de selección manual del rango de medida se mide la turbidez en uno de los siguientes rangos: 0,01 a 9,99; 10 a 99,9 y 100 a 1000 NTU. Este turbidímetro se encuentra principalmente diseñado para el uso sobre el terreno, el modelo 2100P tiene un rango de medida, precisión y resolución propias de un instrumento de laboratorio, gracias a que este emplea un microprocesador.

Para el uso de este turbidímetro se pueden emplear baterías recargables de níquel-cadmio, pero no podrán recargarse en el instrumento. El instrumento se apaga automáticamente tras un periodo de 5,5 minutos sin pulsar ninguna tecla pero esto no influye en la operación del turbidímetro. Si esto ocurre se debe conectar de nuevo el instrumento y el turbidímetro 2100P volverá a funcionar como si no hubiese sido desconectado.



Fotografía 2-1. Turbidímetro portátil Hach modelo 2100

Realizado por: Euler Tenelema, 2016

1.8 Validación

Validar es comprobar y certificar con evidencia documentada, que un método, sistema o un proceso, cumple y se desarrolla tal y como estaba previsto, dentro de intervalos definidos. Entre las características típicas de la validación tenemos: la linealidad, especificidad, límite de detección, límite de cuantificación, precisión y exactitud. (Córdova, 2013)

Se han planteado cinco tipos de validez entre las cuales tenemos las siguientes:

- Validez descriptiva.- este tipo de validez se refiere cuando está relacionada con la etapa inicial de la investigación ya que involucra principalmente la recolección de datos. El resultado principal es la información que describe lo que fue observado y experimentado durante la investigación.
- Validez interpretativa.- la certeza en la interpretación que se realiza es válida solamente si los actores que participan pueden confirmar o reconocer los descubrimientos de la investigación a desarrollarse.
- Validez teórica.- la validez teórica es un análisis más abstracto que la validez descriptiva e interpretativa, esta se relaciona con la inmediatez física y mental del fenómeno el cual está siendo estudiado.
- Generalidad.- este tipo de validez se refiere al grado en que la explicación expuesta es aceptada para ser generalizable, pero cabe indicar que para algunos investigadores cualitativos, el generalizar descubrimientos, es considerado de muy poca importancia.
- Validez evaluativa.- esta se refiere al estudio de un marco evaluativo, este tipo de validez es similar en la investigación cualitativa y cuantitativa. Es de suma importancia aclarar que la evaluación no puede ser considerada como un comunicado conclusivo. (Valdivieso, 2014)

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA

2.1 Métodos y Técnicas

2.1.1 Unidad de estudio

2.1.1.1 Localización

La laguna Kulta Kucha se encuentra localizada en la parte noroccidental de la Provincia de Chimborazo, en el cantón Colta, cuya extensión es de 2,5 km de longitud por 1 km de ancho.

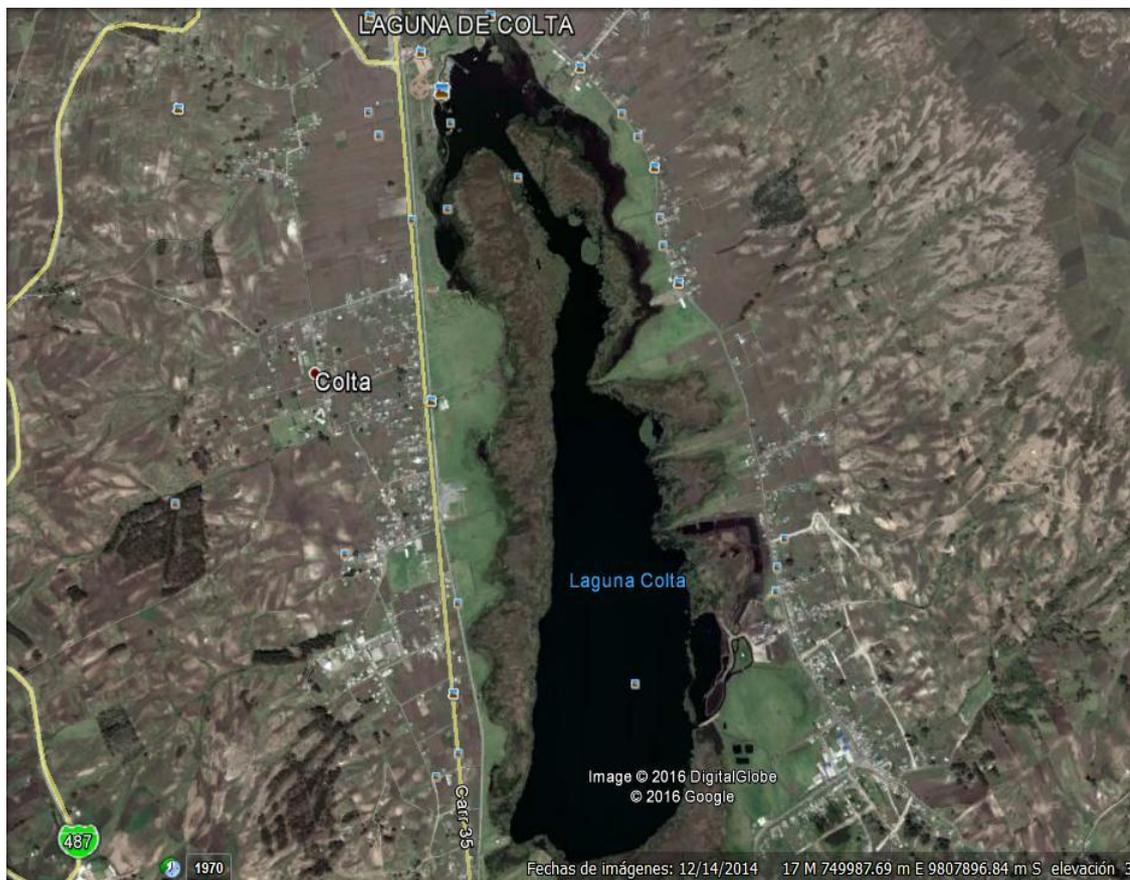


Gráfico 1-2. Localización de la Laguna Kulta Kucha

Fuente: Google Earth

2.1.1.2 Ubicación geográfica

La laguna Kulta Kucha limita al norte con el cantón Riobamba, al sur con los cantones Alausí y Pallatanga, al este con la provincia de Bolívar y al oeste con Riobamba y Guamote.

2.1.2 Selección de los puntos de monitoreo

Para la selección de los diferentes puntos de monitoreo en donde se tomó las muestras de agua para determinar la turbidez se hizo un recorrido de reconocimiento por los alrededores de la laguna identificando así sus características.

Todos los puntos en donde se tomaron las muestras fueron georreferenciados con la ayuda de un GPS con la proyección WGS84, esta información fue registrada en el mapa correspondiente a la laguna Kulta Kucha donde fueron ubicados los puntos de monitoreo respectivos.

Cabe indicar la importancia, facilidad, acceso seguro para la toma de las muestras en los diferentes puntos de la laguna, además de la información proporcionada por los trabajadores de la Empresa Pública Municipal de Turismo Colta Lindo y Milenario Touring, determinando así los puntos más representativos de la laguna.

Se establecieron 3 sitios específicos de la laguna Kulta Kucha para la toma de las muestras de agua para determinar la turbidez de la misma: en los alrededores de la laguna, junto a las totoras que se encuentran en la laguna y en el centro de la laguna; ya que en estos sitios la turbidez del agua varía por los diferentes factores que allí tienen influencia, estos sitios fueron seleccionados por una inspección previa en donde se pudo visualizar por simple observación y por testimonios de los trabajadores que laboran en la laguna que la calidad del agua varía dependiendo del sitio en donde se realice la toma de muestras para así tener como referencia estos sitios para los futuros monitoreos y para realizar la correlación de datos de profundidad VS turbiedad.

2.1.3 Muestreo

El muestreo en las aguas de la laguna Kulta Kucha fue realizado en un periodo de 5 meses, en la cual se tomaron varias muestras en los diferentes sitios establecidos para la toma de muestras.

2.1.3.1 Tipo de muestreo

Se trata de un muestreo al azar porque las muestras de agua recogidas para determinar su turbidez en los diferentes puntos de la laguna Kulta Kucha representan la composición del cuerpo del agua de la laguna.

2.1.3.2 Cantidad de muestra recolectada

Se tomó aproximadamente 100 ml de agua para la determinación de la turbidez en el laboratorio.

2.1.3.3 Frecuencia de muestreo

El muestreo de la laguna para la obtención de las muestras de agua fue realizado por un periodo de 5 meses (abril, mayo, junio, julio y agosto)

2.1.3.4 Horario de muestreo

El horario establecido para la obtención de las muestras de agua de la laguna fue de 12:00 pm a 12:30 pm, ya que esta es la hora indicada para trabajar con el disco Secchi.

2.1.4 Metodología de monitoreo en campo

2.2.4.1 Uso del disco Secchi.

Para el monitoreo en campo se usó el Disco Secchi con el cual se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

- El disco Secchi se introduce al agua del lado sombreado del bote o de la embarcación.
- Se determina la profundidad a la que el disco desaparece de nuestra vista, se realiza este mismo paso 3 veces.
- Se calcula el promedio aritmético de las lecturas tomadas, tomándose dicho promedio como el límite de visibilidad en la columna de agua.
- Para determinar la turbidez con el uso del Disco Secchi se realiza una correlación de datos para así construir una tabla de turbiedad (NTU) Vs. Penetración luminosa (cm) empleando un turbidímetro y el Disco Secchi.



Fotografía 1-2. Uso del Disco Secchi desde una embarcación

Realizado por: Euler Tenelema, 2016

2.1.5 En el laboratorio

2.1.5.1 Procedimiento para la medición de la turbidez

2.1.5.1.1 Calibración

Es recomendable realizar la recalibración del turbidímetro una vez cada tres meses o más a menudo para obtener los valores de turbidez más precisos. Este instrumento viene equipado con

los patrones secundarios Gelex, que son suspensiones de macropartículas similares al formacina en sus características difractoras de la luz. Los valores NTU de los patrones Gelex indican el rango en el que se deben emplear.

Procedimiento para calibrar:

- a) Se debe calibrar el turbidímetro con formacina.
- b) Seleccionamos el modo de selección automática de rango con la tecla RANGE.
- c) Las ampollas Gelex deben estar limpias y para esto se debe aplicar una capa delgada de aceite de silicona.
- d) En el compartimiento del turbidímetro colocar el patrón Gelex de 0-10 NTU y hay que tener en cuenta que el diamante de la ampolla debe estar alineado con la marca de orientación del instrumento y posteriormente cerramos la tapa de la cubeta de muestras.
- e) Se presiona el botón: READ y esperamos un momento hasta que el turbidímetro lea el patrón Gelex. Registramos los valores de la pantalla del turbidímetro, retiramos la ampolla del instrumento y marcamos el valor sobre la banda situada en la parte superior del vial.
- f) Repetir del paso c) hasta el paso e) para los demás patrones Gelex, con los cuales se trabaja, teniendo mucho cuidado en la orientación de la cubeta.
- g) Cada vez que se calibre el turbidímetro se tiene que reasignar los valores a los patrones Gelex con formacina.



Fotografía 2-2. Calibración del turbidímetro

Realizado por: Euler Tenelema, 2016

2.1.5.1.2 Medición de la turbidez

Procedimiento para la medición de la turbidez

- a) En un recipiente limpio tomar una muestra representativa de agua la cual se va a analizar, en la cubeta de muestras vertimos el agua hasta la línea de llenado que son aproximadamente 15 ml, y con mucho cuidado sujetamos la cubeta por la parte superior para posteriormente tapar la cubeta.
- b) Con mucha precaución limpiar la cubeta con la ayuda de un paño suave y sin pelusa para así poder eliminar las huellas de los dedos y las manchas de agua que pueden estar en las cubetas.
- c) Aplicar una película delgada de aceite de silicona que viene con el turbidímetro y con un paño suave limpiar la cubeta para lograr obtener una película uniforme sobre toda la superficie.
- d) Presionar el botón: I/O para conectar el turbidímetro y este lo debemos colocar en una superficie plana y estable, es importante no sujetar el turbidímetro mientras se efectúan las mediciones de turbidez.
- e) En el compartimento del turbidímetro introducir la cubeta de muestras con el agua a analizar, teniendo en cuenta que el diamante o la marca de orientación de la cubeta tiene que coincidir con la orientación marcada en relieve que se encuentra delante del compartimento de la cubeta, para posteriormente cerrar la tapa del turbidímetro.
- f) Seleccionar el modo de selección manual o automático del rango para esto hay que tener presionado el botón RANGE del turbidímetro, posteriormente en la pantalla se mostrará AUTO RNG si se seleccionó el modo de selección automática de rango.
- g) Finalmente presionar el botón: READ, aquí la pantalla del turbidímetro indicara (- - - - NTU) para posteriormente mostrar la turbidez en NTU, y así poder registrar los valores de turbidez después que haya desaparecido el icono de la lámpara.



Fotografía 3-2. Determinación de la turbidez mediante el uso del turbidímetro

Realizado por: Euler Tenelema, 2016

2.2 Materiales y equipos

2.2.1 Materiales de campo

Los materiales utilizados para el monitoreo en campo fueron:

- Libreta de campo
- Esferos
- Marcadores
- Frascos microbiológicos
- Recipiente para muestreo
- Disco Secchi

2.2.2 Equipos

Los equipos utilizados en el presente proyecto fueron:

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Turbidímetro
- GPS

CAPITULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Correlaciones de profundidad VS turbiedad

3.1.1 Correlación de los alrededores de la laguna

Tabla 1-3: Turbiedad de agua tomada a diferentes profundidades en los alrededores de la laguna

Alrededores de la laguna						
Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)					
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
20	4,50	5,10	4,27	3,92	5,27	4,90
40	3,90	4,20	4,31	3,50	4,01	3,48
60	2,45	2,90	3,96	2,80	4,43	3,21
80	2,60	3,10	3,61	2,90	3,21	2,80
100	3,24	3,10	3,50	3,30	2,80	3,10
120	2,90	2,50	3,10	2,20	2,48	2,14
140	2,70	1,10	1,90	2,00	2,50	2,10

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

Tabla 2-3: Promedio de la turbiedad de muestras de agua tomadas a diferentes profundidades en los alrededores de la laguna

Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)
20	4,66
40	3,90
60	3,29
80	3,03
100	3,17
120	2,55
140	2,05

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

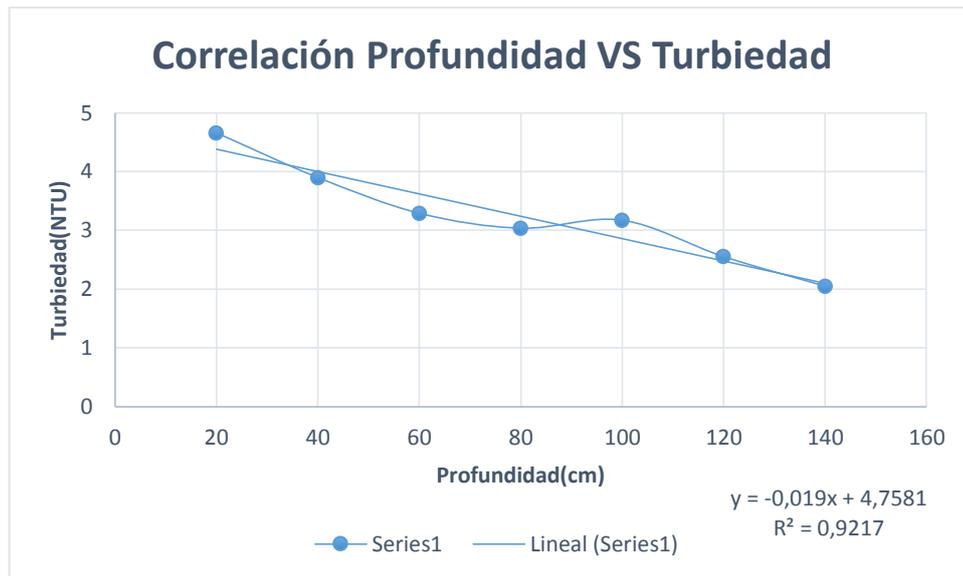


Gráfico1-3. Correlación profundidad VS turbiedad en los alrededores de la laguna

Realizado por: Euler Tenelema, 2016

El coeficiente de determinación es 0,9217 el cual se aproxima a 1, lo que nos indica que la correlación lineal es buena ya que existe una fuerte relación entre la profundidad y la turbiedad. La ecuación para determinar la turbidez mediante el uso del disco Secchi en las aguas de los alrededores de la laguna es:

$$y = -0,019x + 4,7581$$

En donde:

x: es la profundidad a la cual el disco Secchi deja de ser visible

y: es la turbidez obtenida mediante la ecuación

3.1.2 Correlación de las aguas del centro de la laguna

Tabla 3-3: Turbiedad de agua tomada a diferentes profundidades en el centro de la laguna

Centro de la laguna						
Profundidad(cm)	Turbiedad (NTU)					
	Muestreo 1	Muestre 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
20	0,93	1,59	1,40	1,20	0,95	1,50
40	0,83	1,40	0,88	1,11	0,85	0,89
60	0,71	0,94	0,82	0,90	0,77	0,70
80	0,75	0,83	0,77	0,76	0,73	0,69
100	0,74	0,80	0,73	0,72	0,70	0,69

120	0,69	0,73	0,68	0,68	0,65	0,64
140	0,70	0,69	0,70	0,68	0,66	0,65
160	0,67	0,65	0,64	0,69	0,63	0,62
180	0,63	0,60	0,62	0,59	0,58	0,60
200	0,65	0,62	0,60	0,61	0,60	0,61
220	0,58	0,55	0,56	0,54	0,50	0,49
240	0,57	0,50	0,49	0,43	0,46	0,41

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

Tabla 4-3: Promedio de la turbiedad de muestras de agua tomadas a diferentes profundidades en el centro de la laguna

Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)
20	1,26
40	0,99
60	0,81
80	0,75
100	0,73
120	0,67
140	0,68
160	0,65
180	0,60
200	0,61
220	0,54
240	0,48

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

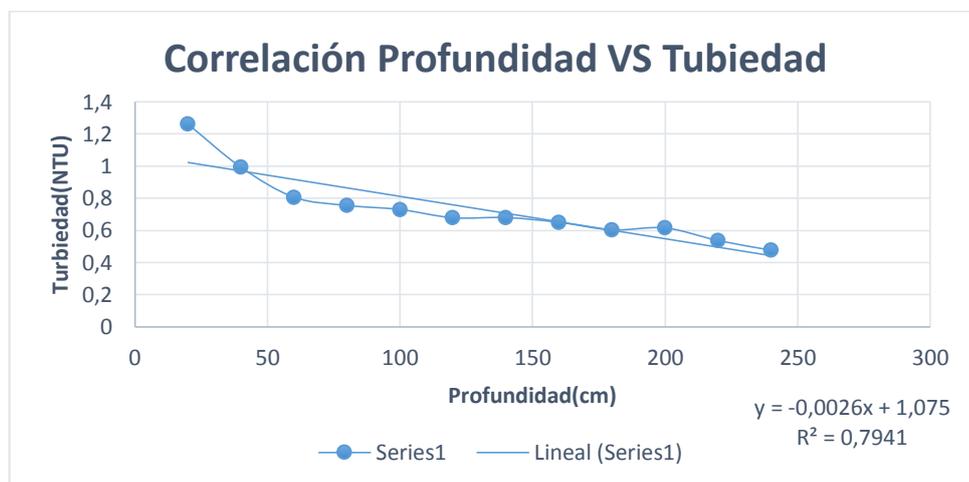


Gráfico 2-3. Correlación profundidad VS turbiedad en el centro de la laguna

Realizado por: Euler Tenelema, 2016

El coeficiente de determinación es 0,7941 lo que nos indica que la correlación lineal es medianamente buena ya que existe una relación entre la profundidad y la turbiedad.

La ecuación para determinar la turbidez mediante el uso del disco Secchi en las aguas del centro de la laguna es:

$$y = -0,0026x + 1,075$$

En donde:

x: es la profundidad a la cual el disco Secchi deja de ser visible

y: es la turbidez obtenida mediante la ecuación

3.1.3 Correlación de la turbiedad junto a las totoras

Tabla 5-3: Turbiedad de agua tomada a diferentes profundidades junto a las totoras

Junto a las totoras						
Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)					
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
20	14,80	14,10	15,90	17,90	16,90	13,90
40	14,50	15,10	14,90	14,50	14,10	13,40
60	12,00	12,50	11,90	15,00	11,50	12,10
80	7,90	8,00	6,90	8,90	8,50	7,20
100	5,50	5,00	5,10	4,80	5,00	5,70
120	3,90	4,70	5,30	5,50	4,90	5,10
140	3,70	4,70	3,90	3,00	4,50	4,10

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

Tabla 6-3: Promedio de la turbiedad de muestras de agua tomadas a diferentes profundidades junto a las totoras de la laguna

Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)
20	15,58
40	14,42
60	12,50
80	7,90
100	5,18
120	4,90
140	3,98

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

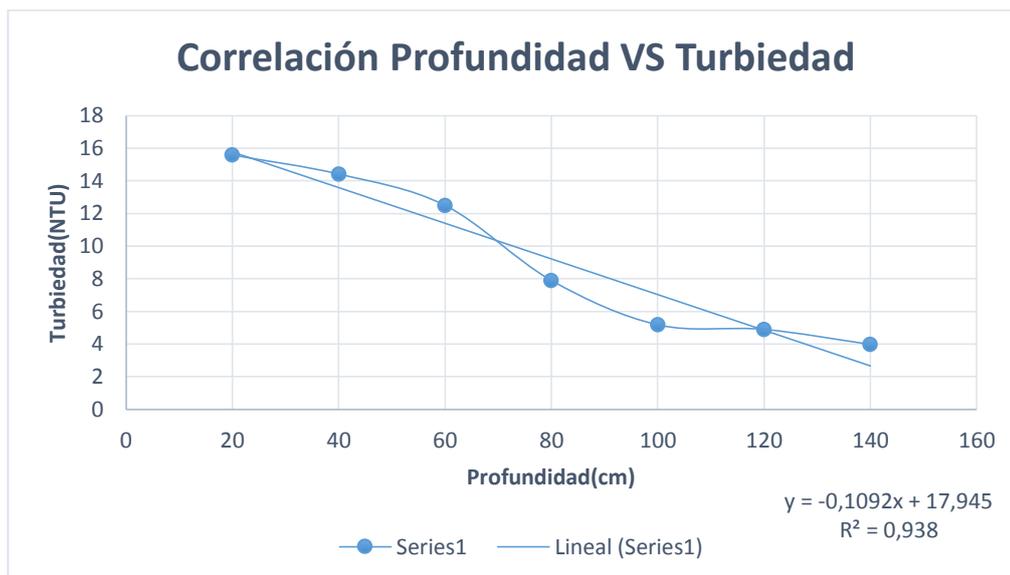


Gráfico 3-3. Correlación profundidad VS turbiedad tomadas junto a las totoras de la laguna
Realizado por: Euler Tenelema, 2016

El coeficiente de determinación es 0,938 el cual se aproxima a 1, lo que nos indica que la correlación lineal es buena ya que existe una fuerte relación entre la profundidad y la turbiedad.

La ecuación para determinar la turbidez mediante el uso del disco Secchi en las aguas del centro de la laguna es:

$$y = -0,1092x + 17,945$$

En donde:

x: es la profundidad a la cual el disco Secchi deja de ser visible

y: es la turbidez obtenida mediante la ecuación

3.2 Puntos de monitoreo de la laguna Kulta Kucha

3.2.1 Puntos donde se tomaron las muestras de agua en los alrededores de la laguna

Tabla 7-3: Resultados de turbiedad tomadas en diferentes puntos en los alrededores de la laguna con el turbidímetro y con el Disco Secchi

Turbidez en los alrededores de la laguna						
No	Profundidad(cm)	Turbidez(NTU)		Coordenadas		
		Turbidímetro	Disco Secchi	X	Y	Elevación (msnm)
1	45	3,58	3,9031	749200,62	9809000,07	3304

2	135	1,95	2,1931	749300,66	9809059,06	3304
3	78	3,17	3,2761	749179,94	9808865,85	3304
4	90	3,45	3,0481	749159,65	9808549,94	3304
5	35	3,89	4,0931	749698,18	9808853,09	3306
6	120	2,15	2,4781	749487,42	9806750,28	3306
7	55	3,90	3,7131	749733,42	9806738,04	3306
8	80	3,04	3,2381	749981,23	9806913,12	3307
9	75	2,87	3,3331	749944,32	9807145,43	3306
10	90	2,87	3,0481	749533,68	9807330,17	3307

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

La turbidez promedio en los alrededores de la laguna es de 3,1597 NTU

3.2.2 Puntos donde se tomaron las muestras de agua en el centro de la laguna

Tabla 8-3: Resultados de turbiedad tomadas en diferentes puntos del centro de la laguna con el turbidímetro y con el Disco Secchi

Turbidez en el centro de la laguna						
No	Profundidad(cm)	Turbidez(NTU)		Coordenadas		
		Turbidímetro	Disco Secchi	X	Y	Elevación (msnm)
1	180	0,55	0,607	749710,22	9807427,09	3305
2	150	0,61	0,685	749686,31	9807550,11	3305
3	210	0,58	0,529	749844,28	9807348,35	3305
4	195	0,51	0,568	749637,86	9807252,95	3306
5	240	0,39	0,451	749857,95	9807242,44	3306
6	160	0,70	0,659	749747,6	9807030,74	3305
7	200	0,66	0,555	749721,02	9807833,64	3306
8	165	0,59	0,646	749720,93	9807758,48	3306
9	140	0,65	0,711	749840,52	9807051,16	3306
10	120	0,80	0,763	749603,29	9807075,38	3306

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

La turbidez promedio en el centro de la laguna es 0,6107 NTU

3.2.3 Puntos donde se tomaron las muestras de agua en la laguna junto a las totoras

Tabla 9-3: Resultados de turbiedad tomadas en diferentes puntos de la laguna junto a las totoras con el turbidímetro y con el Disco Secchi

Turbidez junto a las totoras						
No	Profundidad(cm)	Turbidez(NTU)		Coordenadas		
		Turbidímetro	Disco Secchi	X	Y	Elevación (msnm)
1	25	14,58	15,2150	749194,72	9808923,92	3304
2	18	15,24	15,979	749384,81	9808969,48	3305
3	30	13,94	14,669	749346,38	9808913,33	3305
4	35	13,80	14,123	749282,08	9808863,89	3305
5	15	16,89	16,307	749417,04	9808755,14	3307
6	28	15,25	14,887	749631,04	9808584,3	3307
7	45	12,92	13,031	749833,34	9807979,21	3307
8	40	14,23	13,577	749995,37	9807268,41	3306
9	37	14,87	13,904	750000,07	9807056,5	3307
10	17	15,96	16,088	749584,70	9807950,59	3306

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

La turbidez promedio junto a las totoras es 14,7731 NTU

3.3 Prueba programa IBM SPSS Statistics

Para el análisis estadístico se realizó una prueba T para muestras independientes de todos los datos de turbidez obtenidos en los diferentes puntos de muestreo

Tabla 10-3: Resultado de las estadísticas de grupo

	Método	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Turbidez	Turbidímetro	30	6,1530	6,32433	1,15466
	Disco Secchi	30	6,2093	6,29779	1,14981

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

Tabla 11-3: Resultados de la prueba de Levene y prueba t

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
									Inferior	Superior	
Turbidez junto a las totoras	Se asumen varianzas iguales	0,002	0,961	-0,035	58,000	0,973	-,05633	1,62951	-3,31816	3,20549	
	No se asumen varianzas iguales			-0,035	57,999	0,973	-,05633	1,62951	-3,31816	3,20549	

Realizado por: Euler Tenelema. 2016

Hipótesis nula

Ho: los datos de turbidez obtenidos con el disco Secchi son iguales que los datos de turbidez obtenidos con el turbidímetro.

Ho: $U1=U2$

Hipótesis alternativa

Ha: los datos de turbidez obtenidos con el disco Secchi no son iguales que los datos de turbidez obtenidos con el turbidímetro.

Ha: $U1 \neq U2$

Nivel de significancia

$\alpha=0,05$

Según los valores obtenidos se concluye que no hay diferencia significativa en la determinación de turbidez entre el método del disco Secchi con el turbidímetro.

CONCLUSIONES

- Mediante una correlación de los datos obtenidos se obtuvieron las ecuaciones necesarias para determinar la turbidez del agua de la laguna Kulta Kucha y mediante la aplicación del programa estadístico IBM SPSS Statistics se concluyó que las varianzas son iguales, por lo tanto, existe evidencia para indicar que los datos de turbidez son iguales usando el turbidímetro o usando el disco Secchi.

- Se determinó la turbidez del agua de la laguna Kulta Kucha mediante el uso del disco Secchi y el turbidímetro, teniendo en cuentas 3 sitios específicos estos fueron en los alrededores de la laguna 3,1597 NTU, en el centro de la laguna 0,6107 NTU y junto a las totoras 14,7731 NTU, en estos sitios se estableció que la turbidez del agua varía dependiendo del lugar en donde toma la muestra de agua.

- En los 3 sitios específicos donde se tomó las muestras existe varianzas iguales entre ellos ya que la turbidez determinada mediante los dos métodos no varía mucho, sin embargo, la turbidez comparada entre los 3 sitios varia siendo el punto y junto a las totoras 14,7731 NTU el que presenta el valor más alto, seguido de los alrededores de la laguna con un valor de 3,1597 NTU y siendo el valor más bajo el del centro de la laguna con 0,6107 NTU.

- Durante estos meses que se realizó el monitoreo se verificó que la turbidez del agua de la laguna no varía mayormente dependiendo del mes de monitoreo, lo que causa la variación de los datos de turbidez del agua es el sitio de muestreo de la misma; teniendo como resultado que existe un promedio de turbidez en los alrededores de la laguna de 3,1597, mientras que en el centro de la laguna la turbiedad promedio es de 0,6107, y finalmente la turbiedad promedio del agua junto a las totoras es de 14,7731, verificándose así que el sitio con mayor turbidez es junto a las totoras y esto se debe principalmente a la presencia de algas que existen junto a ellas y posiblemente a la presencia de la población cercana.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del disco Secchi como instrumento para determinar la turbidez del agua en lagunas ya que los resultados nos indican que no existe diferencia el usar el disco Secchi o el turbidímetro, pues, sus medias son muy similares.
- Se sugiere que este método del disco Secchi solamente se lo use en lagunas o lagos ya que en ríos por el caudal o por la altura no sería posible determinar su turbidez mediante este método, en este caso se recomendaría el uso del turbidímetro.
- Es recomendable que cuando se requiera determinar la turbidez mediante el uso del disco Secchi se lo realice al medio día y se tome al menos 3 medidas en cada punto de muestreo para minimizar los errores de medida.
- Para la laguna Kulta Kucha se recomienda que se realice un dragado para mejorar la estética de la misma en especial en los lugares junto a las totoras ya que aquí se presenta la mayor cantidad de algas que en otros sitios.
- Realizar un análisis más a fondo sobre la laguna Kulta Kucha para determinar las posibles causas que hacen que exista la presencia de mayor turbidez en los alrededores de la laguna que en el centro de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, Raúl. *Los mares mexicanos a través de la percepción remota* [en línea]. –México: Plaza y Valdez 2001. [Consulta: 10 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/>.

BLANCAS, Carmen; & HERVÁS, María. *Contaminación de las aguas por nitratos y efectos sobre la salud*. 2. ed, Sevilla-España. Egondi Artes Gráficas. 2001, pp. 11-30.

Calidad del Agua. 2014. [en línea]. [Consulta: 01 de julio de 2016]. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

Contaminación del agua. 2013 [en línea]. [Consulta: 10 de julio de 2016]. Disponible en: <http://www.profesorenlinea.cl/ecologiaambiente/contaminacionagua.htm>

CÓRDOVA, Luis. *Validación*, 2013 [en línea]. [Consulta: 03 de mayo de 2016]. Disponible en: <http://es.thefreedictionary.com/validaci%C3%B3n>

GROSMAN, F. *Espejos en la llanura. Nuestras lagunas de la región Pampeana*. 1. Ed., Buenos Aires-Argentina. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2008, pp. 19-38.

HIDALGO, Gisela. *La ciencia del agua*. 2011. [en línea]. [Consulta: 28 de junio de 2016]. Disponible en: <http:// analisisdelagua.blogspot.com/2011/10/el-turbidometro.html>

MEJÍA, Alejandra. *Turbidez*. 2012. [en línea]. [Consulta: 05 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.lenntech.es/turbidez.htm>

ROLDÁN, Gabriel. *Fundamentos de limnología neotropical* [en línea]. Medellín-Colombia: Universidad de Antioquia 2008 [Consulta: 10 de agosto de 2016]. Disponible en: <https://www.scribd.com/doc/288821449/Fundamentos-de-Limnologia-Neotropical>

ROMERO, Jairo. *Calidad del agua*. 2. ed., Bogotá-Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2007, pp. 67-68

ROMERO, Javier. *Prácticas de ecología oceánica*. [En línea]. Barcelona-España: Universidad de Barcelona 2001. [Consulta: 10 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://f1cardetailingmelbourne.com.au/Practicas-de-Ecologia-Oceanica.pdf>

SÁNCHEZ, Arturo .*Determinación de turbidez*. 2014. [En línea]. [Consulta: 14 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://arturobola.tripod.com/turbi.htm>

SIERRA, C. *Calidad del agua Evaluación y Diagnostico*. 1. ed., Medellín –Colombia. Digiprint editores E.U. 2011, pp. 47-56

Transparencia, color y turbidez. 2014. [en línea]. [Consulta: 16 de agosto de 2016]. Disponible en:http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/transparencia_color_%20turbidez.pdf

Turbiedad del agua. 2013. [En línea]. [Consulta: 15 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://turbiedaddelagua.blogspot.com/p/contexto.html>

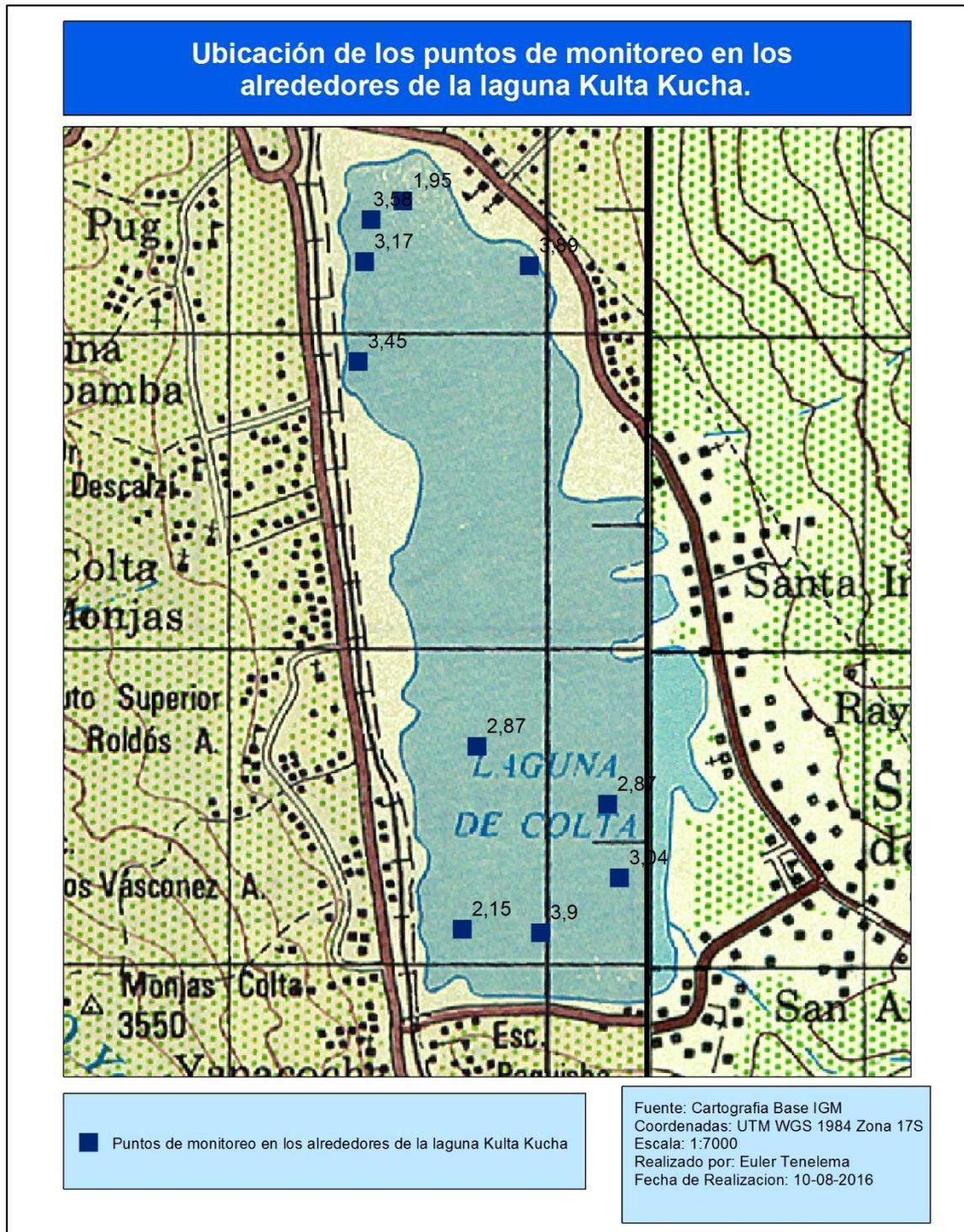
VALDIVIESO, Paul. *Validación*, 2014. [En línea]. [Consulta: 02 de mayo de 2016]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Validaci%C3%B3n>

VALENCIA, Lorena. *Análisis del agua*. 2012. [En línea]. [Consulta: 11 de julio de 2016]. Disponible en: <http://analisisdelagua.blogspot.com/2011/10/el-turbidometro.html>

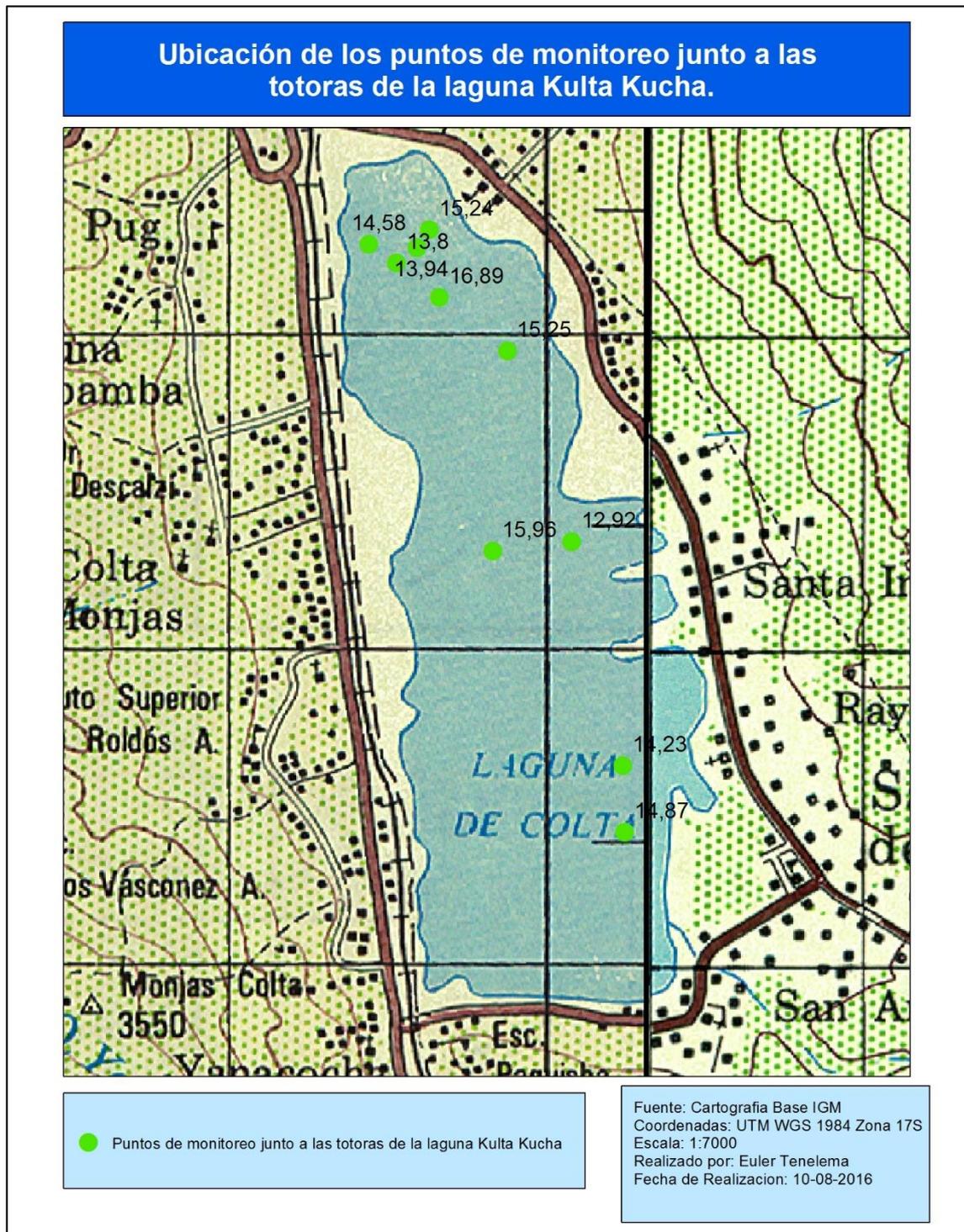
VARGAS, Daniel. *Definición de laguna*. 2012. [En línea]. [Consulta: 25 de mayo de 2016]. Disponible en: <http://www.definicionabc.com/geografia/laguna.php>

ANEXOS

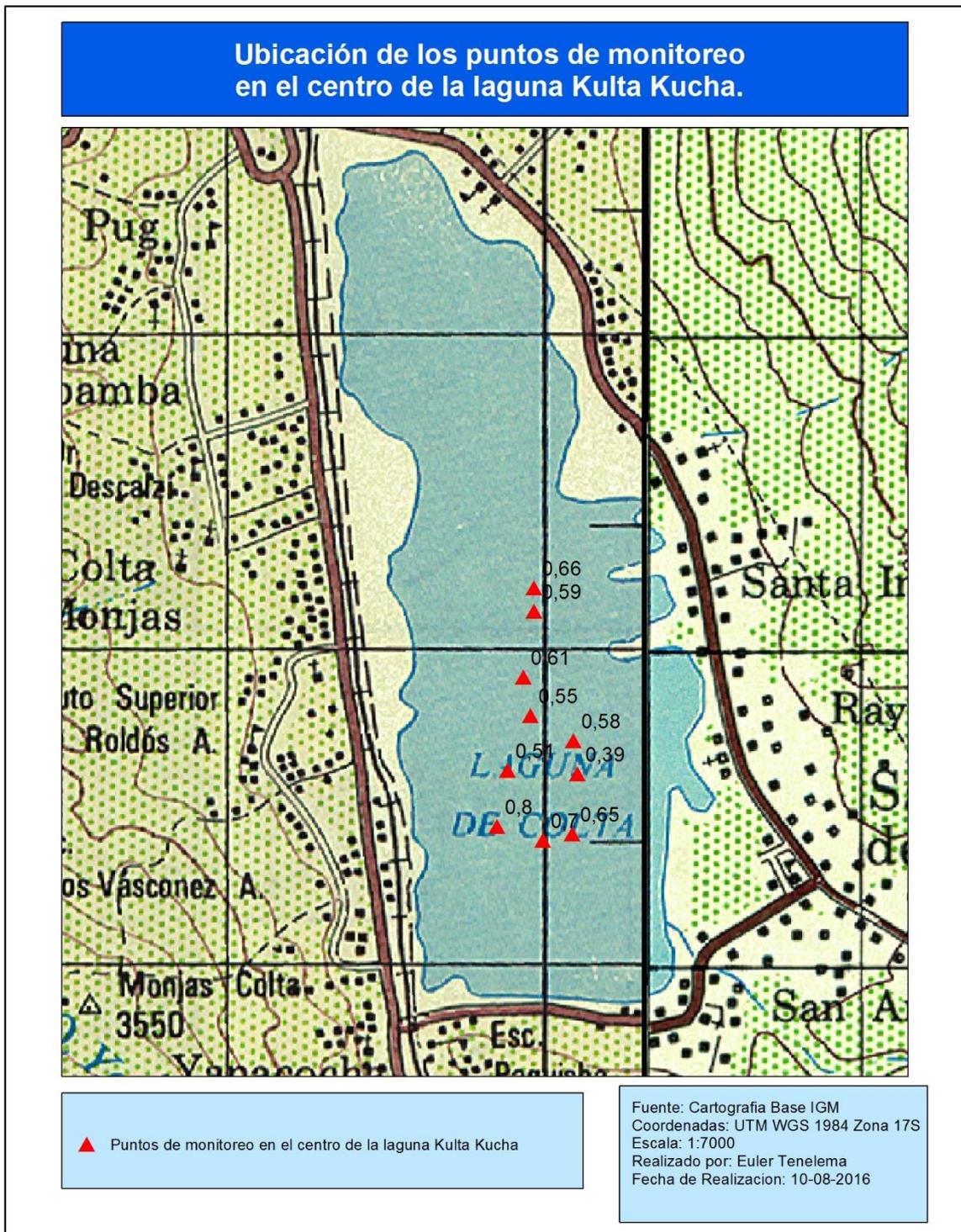
ANEXO A. Ubicación de los puntos de monitoreo en los alrededores de la laguna Kulta Kucha.



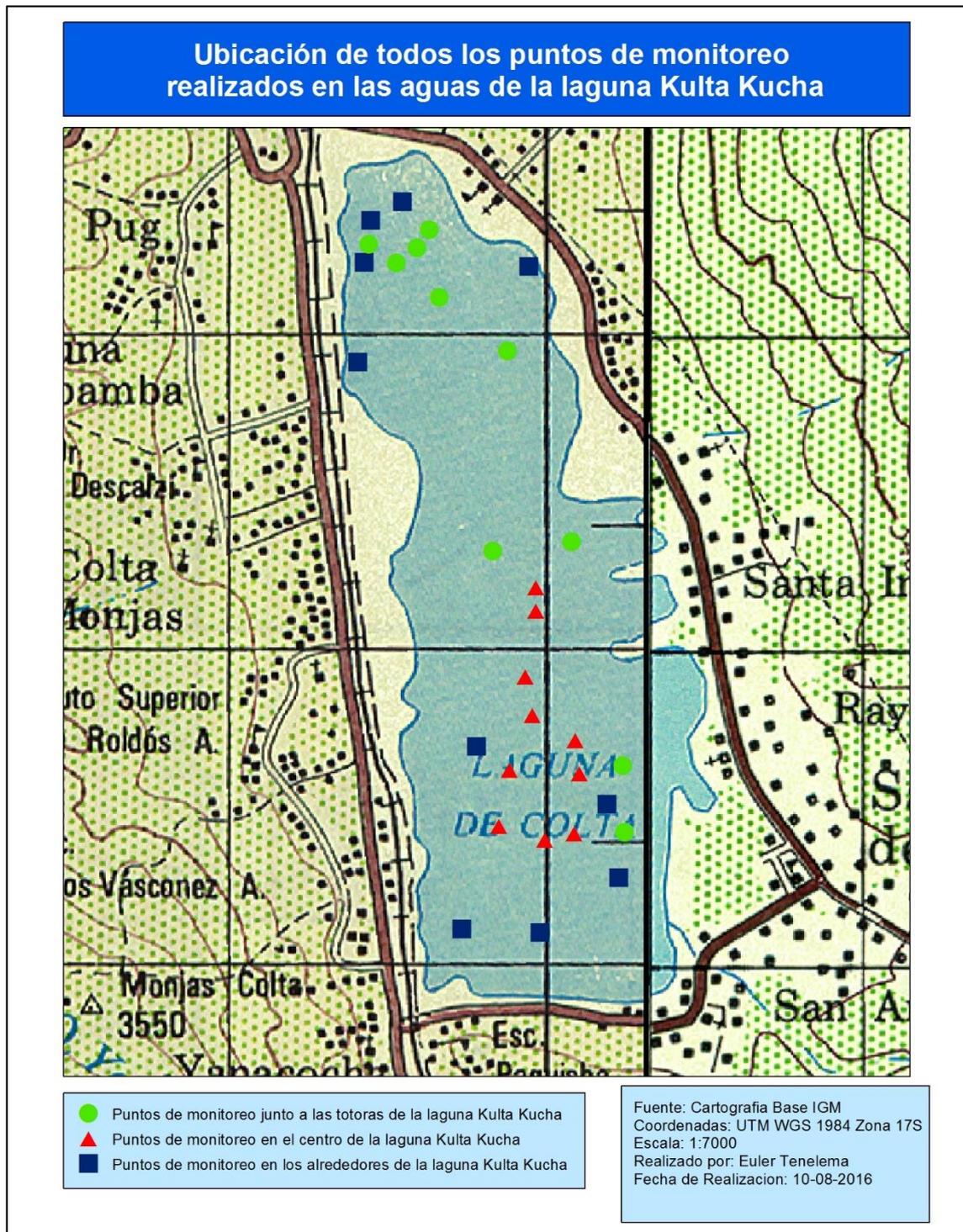
ANEXO B. Ubicación de los puntos de monitoreo junto a las totoras de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO C. Ubicación de los puntos de monitoreo en el centro de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO D. Ubicación de todos los puntos de monitoreo realizados en las aguas de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO E. Centro de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO F. Toma de muestras de agua en el centro de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO G. Alrededores de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO H. Toma de muestras de agua en los alrededores de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO I. Totoras presentes en la laguna Kulta Kucha.



ANEXO J. Toma de muestras de agua junto a las totoras de la laguna Kulta Kucha



ANEXO K. Uso del disco Secchi en los alrededores de la laguna Kulta Kucha.



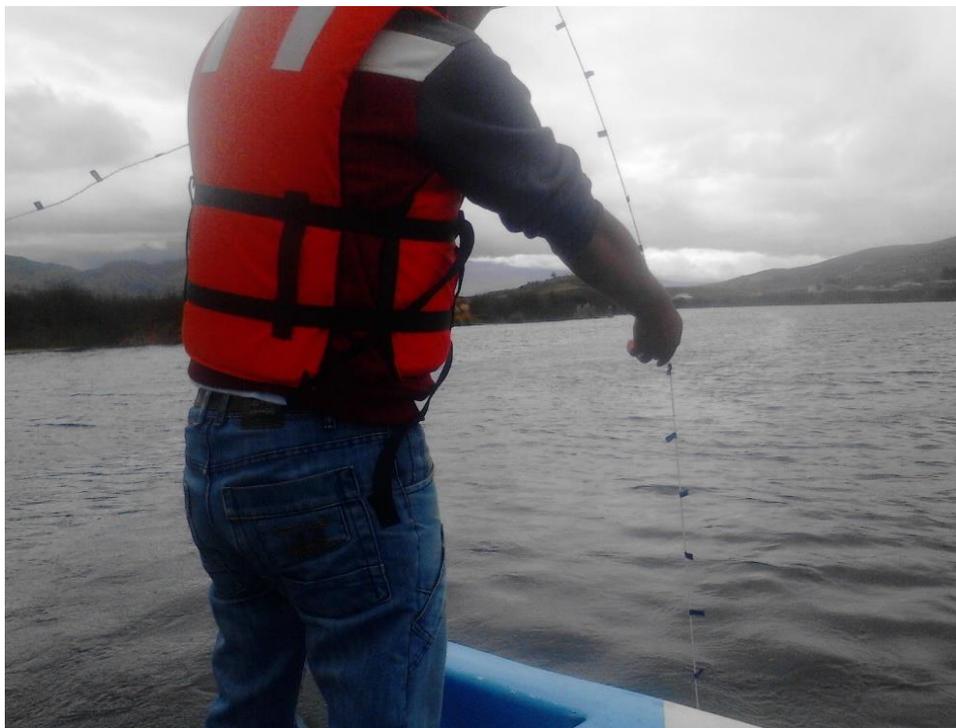
ANEXO L. Medición de la altura del disco Secchi en los alrededores de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO M. Uso del disco Secchi en el centro de la laguna Kulta Kucha.



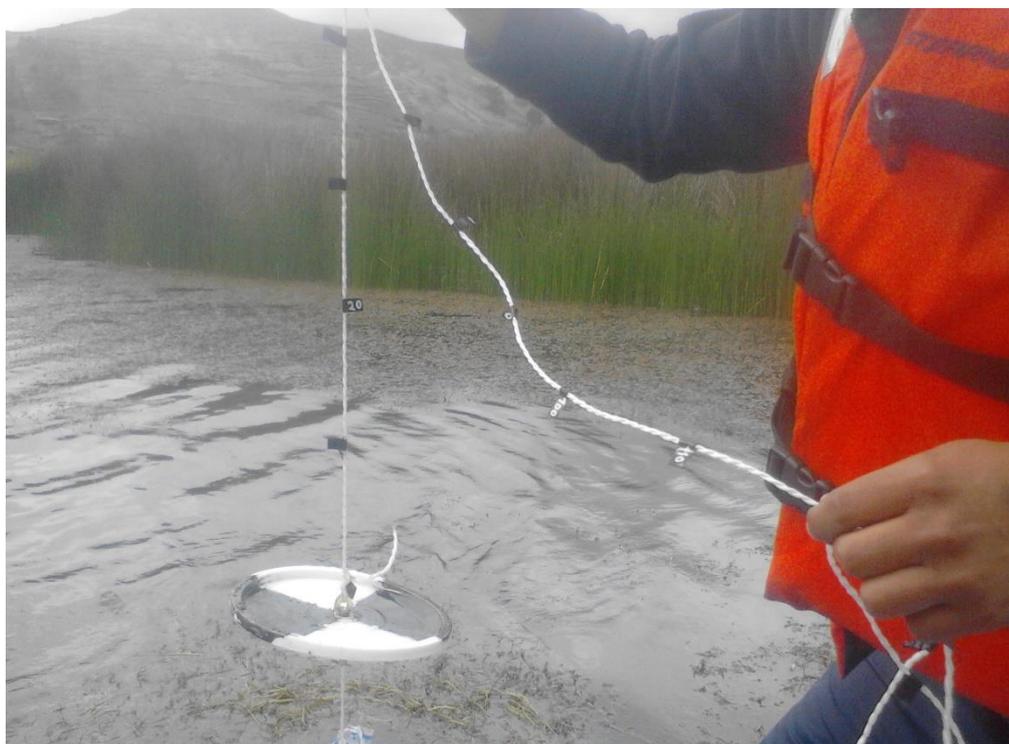
ANEXO N. Medición de la altura del disco Secchi en el centro de la laguna Kulta Kucha.



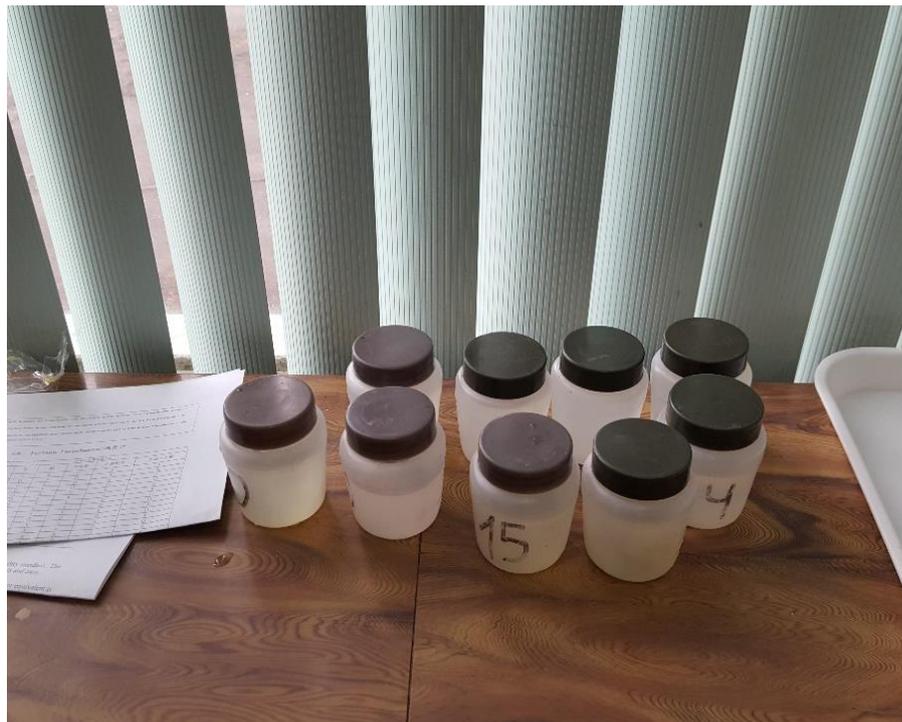
ANEXO Ñ. Uso del disco Secchi junto a las totoras de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO O. Medición de la altura del disco Secchi junto a las totoras de la laguna Kulta Kucha.



ANEXO P. Muestras de agua para analizar la turbidez.



ANEXO Q. Turbidímetro portátil Hach modelo 2100P para la determinación de la turbidez.



ANEXO R. Uso del turbidímetro en el laboratorio.



ANEXO S. Determinación de la turbidez de las muestras de agua tomadas de la laguna Kulta Kucha.

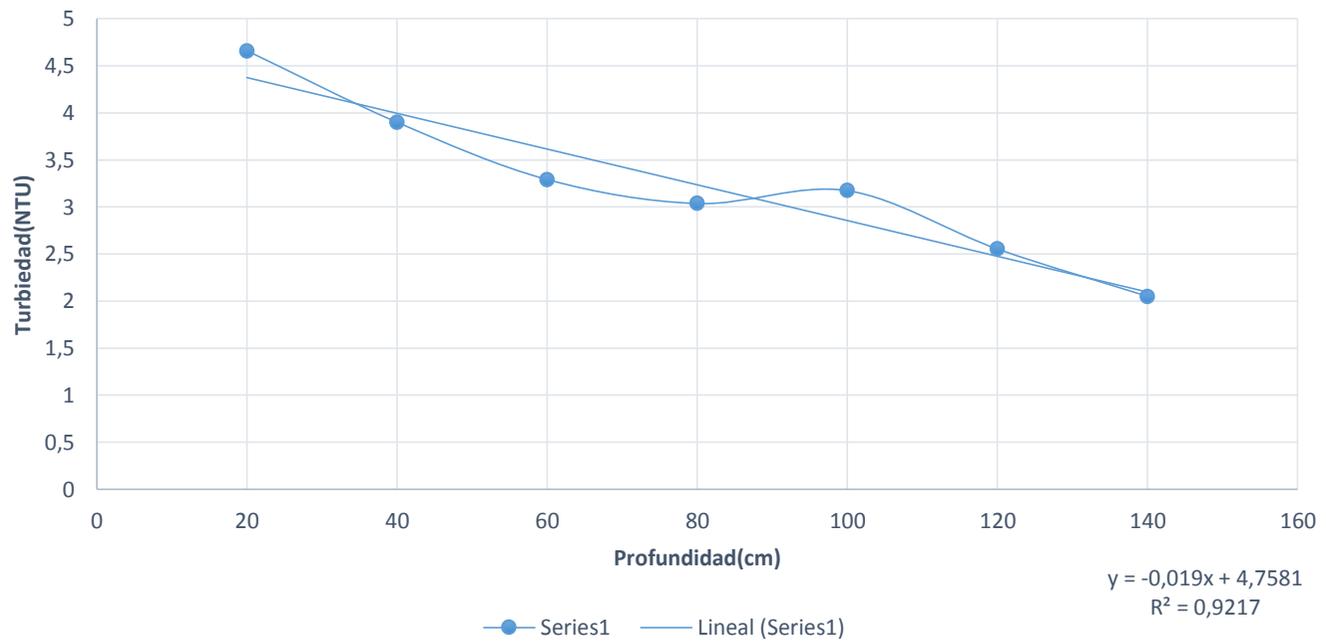


ANEXO T. Correlaciones profundidad VS turbiedad

Alrededores de la laguna						
Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)					
	Muestre o 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
20	4,50	5,10	4,27	3,92	5,27	4,90
40	3,90	4,20	4,31	3,50	4,01	3,48
60	2,45	2,90	3,96	2,80	4,43	3,21
80	2,60	3,10	3,61	2,90	3,21	2,80
100	3,24	3,10	3,50	3,30	2,80	3,10
120	2,90	2,50	3,10	2,20	2,48	2,14
140	2,70	1,10	1,90	2,00	2,50	2,10

Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)
20	4,66
40	3,90
60	3,29
80	3,03
100	3,17
120	2,55
140	2,05

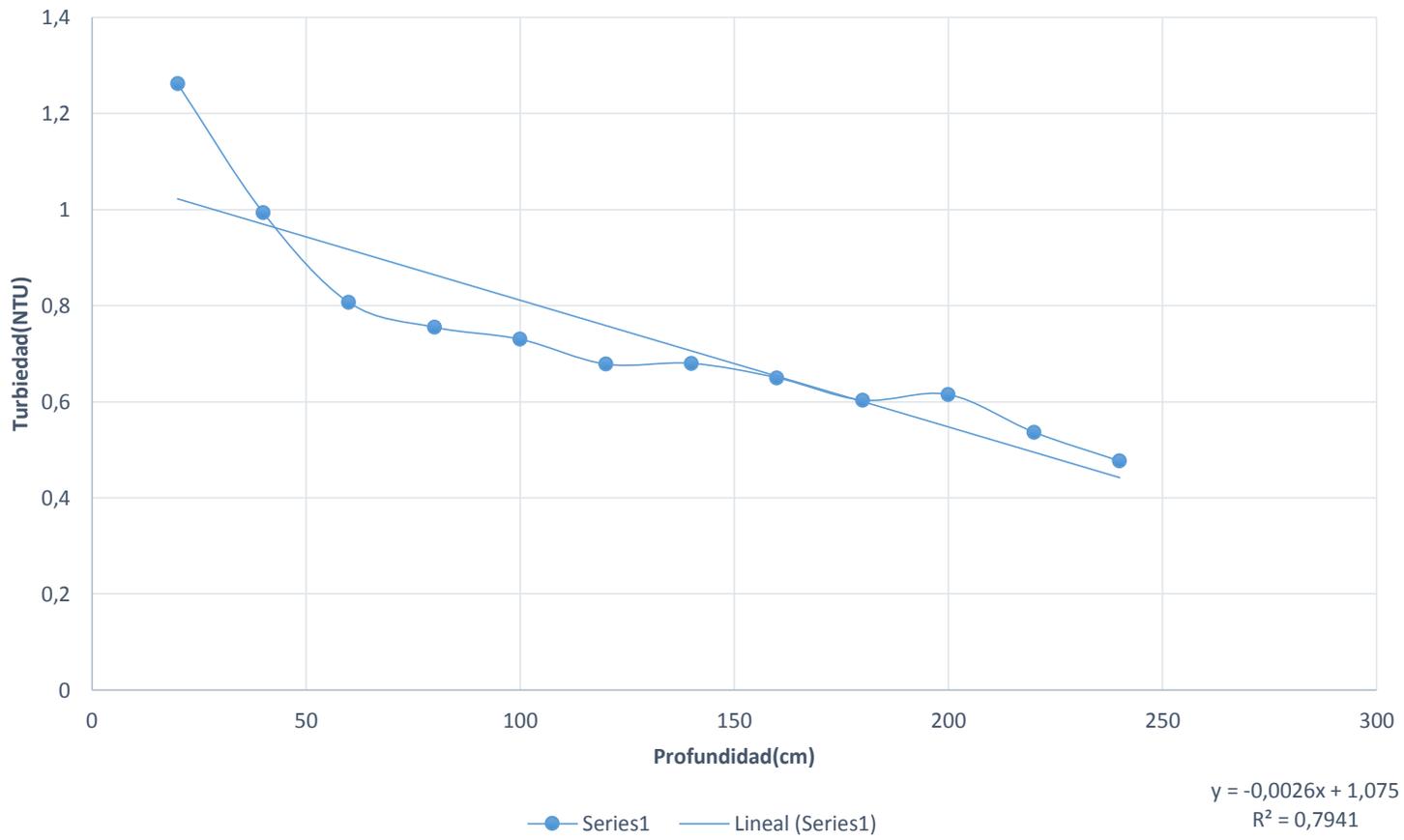
Correlación Profundidad VS Turbiedad



Centro de la laguna						
Profundidad(cm)	Turbiedad (NTU)					
	Muestreo 1	Muestre 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
20	0,93	1,59	1,40	1,20	0,95	1,50
40	0,83	1,40	0,88	1,11	0,85	0,89
60	0,71	0,94	0,82	0,90	0,77	0,70
80	0,75	0,83	0,77	0,76	0,73	0,69
100	0,74	0,80	0,73	0,72	0,70	0,69
120	0,69	0,73	0,68	0,68	0,65	0,64
140	0,70	0,69	0,70	0,68	0,66	0,65
160	0,67	0,65	0,64	0,69	0,63	0,62
180	0,63	0,60	0,62	0,59	0,58	0,60
200	0,65	0,62	0,60	0,61	0,60	0,61
220	0,58	0,55	0,56	0,54	0,50	0,49
240	0,57	0,50	0,49	0,43	0,46	0,41

Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)
20	1,26
40	0,99
60	0,81
80	0,75
100	0,73
120	0,67
140	0,68
160	0,65
180	0,60
200	0,61
220	0,54
240	0,48

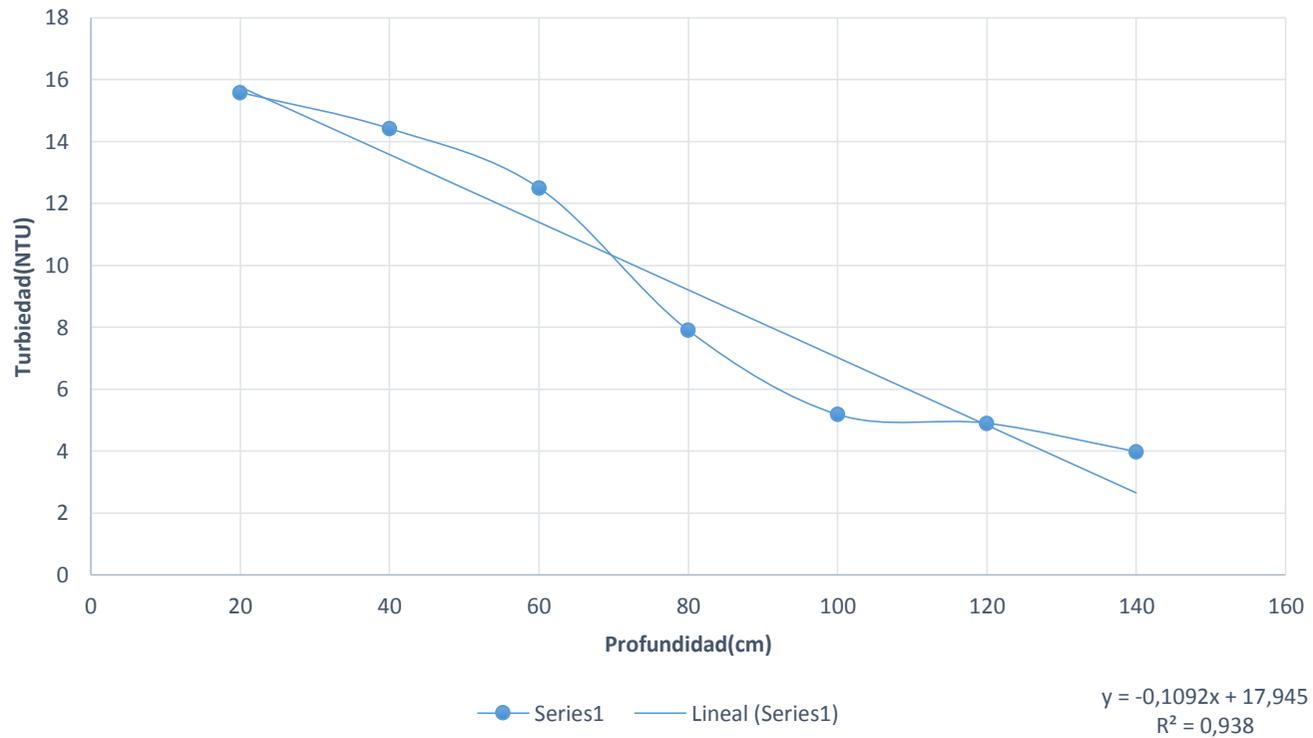
Correlación Profundidad VS Turbiedad



Junto a las totoras						
Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)					
	Muestreo 1	Muestre 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
20	14,80	14,10	15,90	17,90	16,90	13,90
40	14,50	15,10	14,90	14,50	14,10	13,40
60	12,00	12,50	11,90	15,00	11,50	12,10
80	7,90	8,00	6,90	8,90	8,50	7,20
100	5,50	5,00	5,10	4,80	5,00	5,70
120	3,90	4,70	5,30	5,50	4,90	5,10
140	3,70	4,70	3,90	3,00	4,50	4,10

Profundidad(cm)	Turbiedad(NTU)
20	15,58
40	14,42
60	12,50
80	7,90
100	5,18
120	4,90
140	3,98

Correlación Profundidad VS Turbiedad



ANEXO U. Puntos de monitoreo de la Laguna Kulta Kucha

Turbidez en los alrededores de la laguna						
No	Profundidad(cm)	Turbidez(NTU)		Coordenadas		
		Turbidímetro	Disco Secchi	X	Y	Elevación (msnm)
1	45	3,58	3,9031	749200,62	9809000,07	3304
2	135	1,95	2,1931	749300,66	9809059,06	3304
3	78	3,17	3,2761	749179,94	9808865,85	3304
4	90	3,45	3,0481	749159,65	9808549,94	3304
5	35	3,89	4,0931	749698,18	9808853,09	3306
6	120	2,15	2,4781	749487,42	9806750,28	3306
7	55	3,90	3,7131	749733,42	9806738,04	3306
8	80	3,04	3,2381	749981,23	9806913,12	3307
9	75	2,87	3,3331	749944,32	9807145,43	3306
10	90	2,87	3,0481	749533,68	9807330,17	3307

Turbidez en el centro de la laguna						
No	Profundidad(cm)	Turbidez(NTU)		Coordenadas		
		Turbidímetro	Disco Secchi	X	Y	Elevación (msnm)
1	180	0,55	0,607	749710,22	9807427,09	3305
2	150	0,61	0,685	749686,31	9807550,11	3305
3	210	0,58	0,529	749844,28	9807348,35	3305
4	195	0,51	0,568	749637,86	9807252,95	3306
5	240	0,39	0,451	749857,95	9807242,44	3306
6	160	0,70	0,659	749747,6	9807030,74	3305
7	200	0,66	0,555	749721,02	9807833,64	3306
8	165	0,59	0,646	749720,93	9807758,48	3306
9	140	0,65	0,711	749840,52	9807051,16	3306
10	120	0,80	0,763	749603,29	9807075,38	3306

Turbidez junto a las totoras						
No	Profundidad(cm)	Turbidez(NTU)		Coordenadas		
		Turbidímetro	Disco Secchi	X	Y	Elevación (msnm)
1	25	14,58	15,2150	749194,72	9808923,92	3304
2	18	15,24	15,979	749384,81	9808969,48	3305
3	30	13,94	14,669	749346,38	9808913,33	3305
4	35	13,80	14,123	749282,08	9808863,89	3305
5	15	16,89	16,307	749417,04	9808755,14	3307
6	28	15,25	14,887	749631,04	9808584,3	3307
7	45	12,92	13,031	749833,34	9807979,21	3307
8	40	14,23	13,577	749995,37	9807268,41	3306
9	37	14,87	13,904	750000,07	9807056,5	3307
10	17	15,96	16,088	749584,70	9807950,59	3306