



Universidad de Guayaquil

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA  
EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-  
COMUNA SANCÁN-MANABÍ

**Autor:** Cinthya Menaly Mendoza Chancay

**Tutor** Dr. Wilson Pozo Guerrero, PhD

Guayaquil, abril 2019



Universidad de Guayaquil

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AMBIENTAL

APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN  
LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA  
SANCÁN-MANABÍ

**Autor:**

Cinthy Menaly Mendoza Chancay

**Tutor** Dr. Wilson Pozo Guerrero, PhD

Guayaquil, abril 2019



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 4

Guayaquil, 22 de febrero de 2019

Señor Ingeniero.

Vinicio Macas Espinosa. MSc.

**DIRECTORA (E) DE LA CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL**

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ** del estudiante **CINTHYA MENALY MENDOZA CHANCAY**, indicando ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Ajentamente,

Dr. Wilson Pozo Gorrero PhD.



**RECIBIDO**

HORA

15:33 22 FEB 2019

Herlinda Flores Freire



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 5

*RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN*

<p>Título del Trabajo: APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ          Autor(s): Cinthya Menaly Mendoza Chancay</p>		
<b>ASPECTOS EVALUADOS</b>	<b>PUNTAJE MÁXIMO</b>	<b>CALF.</b>
<b>ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA</b>	4.5	
Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.	0.3	0.3
Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad / Facultad/ Carrera	0.4	0.4
Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.	1	1
Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV	1	1
Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión	1	1
Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.	0.4	0.4
Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.	0.4	0.4
<b>RIGOR CIENTÍFICO</b>	4.5	
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	1	1
El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación.	1	1
El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.	1	1
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.	0.8	0.8
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.7	0.7
<b>PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL</b>	1	
Pertinencia de la investigación	0.5	0.5
Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.5	0.5
<b>CALIFICACIÓN TOTAL *</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.		

Dr. Wilson Pozo Guerrero PhD.  
No. C.I. 0400440590

RECIBIDO

HORA: 15:33 22 FEB 2019

Herlinda Flores Freire





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 6

## CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado Wilson Orlando Pozo Guerrero PhD., tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por Cintha Menaly Mendoza Chancay, C.C.:0950134452, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero/a Ambiental.

Se informa que el trabajo de titulación: APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio Urkund quedando el 4 % de coincidencia.

URKUND

Documento Tessi Cinthya Mendoza Ch final 2019.URKUND.docx (D48233479)  
Presentado 2019-02-22 14:40 (-05:00)  
Presentado por wilsonpozo53@gmail.com  
Recibido wilson.pozog.ug@analysis.orkund.com  
Mensaje TESIS CINTHYA MENDOZA CHANCAY [Mostrar el mensaje completo](#)  
4% de estas 41 páginas, se componen de texto presente en 23 fuentes.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/plei...">http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/plei...</a>
	Maza, J.; CUANTIFICACIÓN DE LA VARIABILIDAD ES...
	<a href="http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci...">http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci...</a>
	<a href="https://downloads.argueo-ecuatoriana.ec/ayhp...">https://downloads.argueo-ecuatoriana.ec/ayhp...</a>
	<a href="http://www.fao.org/3/a-a0906s.pdf">http://www.fao.org/3/a-a0906s.pdf</a>
	PROYECTO INTEGRADOR V.Final.docx

100% #1 Activo

que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos

en los ecosistemas y el sostenimiento de la vida" CITATION Díaz13 \1 3082 (Díaz, 2013). Al ser

esencial para la vida, su escasez afecta negativa y profundamente las posibilidades de desarrollo de una región, sin agua disponible todo el tiempo, quedan comprometidas las posibilidades de progreso económico y bienestar

<https://secure.orkund.com/view/47104705-720597-786758#FqcxCsNADAPQf7nZFMu+iy751ZKhhCbc0CwZS/+9CvghkPUtn6ssTyAMSJkNAUPV3ZphUk5KuuHFTakp1XeZb7RwSEhKt4BLWpZyt87VvjWOc+xje53buyz+8CTd09HY2LP+/g==>

Dr. Wilson Pozo Guerrero PhD.  
C.I.0400440590  
Tutor de Titulación



RECIBIDO

HORA

5:32 FEB 2019

Herlinda Flores Freire



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 7

Guayaquil, jueves 14 de marzo del 2019

Señor Ingeniero

Vinicio Macas Espinosa, MSc.

**DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL**

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ**, de la estudiante **Cintha Menaly Mendoza Chancay**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 20 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 10 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante **Cintha Menaly Mendoza Chancay** está apta para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Vinicio Macas Espinosa, MSc.



RECIBIDO

HORA

10:45

15 MAR 2019

Herlinda Flores Freire



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 8

*RÚBRICA DE EVALUACIÓN MEMORIA ESCRITA TRABAJO DE TITULACIÓN*

Título del Trabajo: <b>APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ</b>			
Autor(s): <b>Cintha Menaly Mendoza Chancay</b>			
ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.	COMENTARIOS
<b>ESTRUCTURA Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA</b>	3	3	
Formato de presentación acorde a lo solicitado	0.6	0.6	
Tabla de contenidos, índice de tablas y figuras	0.6	0.6	
Redacción y ortografía	0.6	0.6	
Correspondencia con la normativa del trabajo de titulación	0.6	0.6	
Adecuada presentación de tablas y figuras	0.6	0.6	
<b>RIGOR CIENTÍFICO</b>	6	6	
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	0.5	0.5	
La introducción expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece	0.6	0.6	
El objetivo general está expresado en términos del trabajo a investigar	0.7	0.7	
Los objetivos específicos contribuyen al cumplimiento del objetivo general	0.7	0.7	
Los antecedentes teóricos y conceptuales complementan y aportan significativamente al desarrollo de la investigación	0.7	0.7	
Los métodos y herramientas se corresponden con los objetivos de la investigación	0.7	0.7	
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos	0.4	0.4	
Factibilidad de la propuesta	0.4	0.4	
Las conclusiones expresa el cumplimiento de los objetivos específicos	0.4	0.4	
Las recomendaciones son pertinentes, factibles y válidas	0.4	0.4	
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.5	0.5	
<b>PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL</b>	1	1	
Pertinencia de la investigación/ Innovación de la propuesta	0.4	0.4	
La investigación propone una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.3	0.3	
Contribuye con las líneas / sublíneas de investigación de la Carrera/Escuela	0.3	0.3	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL*</b>		<b>10</b>	
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.			

Vinicio Mañas Espinosa, MSc  
C.I. No. 0704536838



Fecha: jueves 14 de marzo de 2019

RECIBIDO

HORA: 10:48 15 MAR 2019  
  
Herlinda Flores Freire



## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	MENDOZA CHANCAY CINTHYA MENALY		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	POZO GUERRERO WILSON PhD. MACAS ESPINOZA VINICIO MSC.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>	FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES		
<b>TERCER NIVEL:</b>	INGENIERÍA AMBIENTAL		
<b>GRADO OBTENIDO:</b>	INGENIERA AMBIENTAL		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	9 DE ABRIL DEL 2019	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	150
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	CIENCIAS AMBIENTALES		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	<i>Albarrada, Coliformes Fecales, DBO5, Fosfatos, ICA, Nitratos, Nitritos, Oxígeno Disuelto.</i>		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p><i>El presente trabajo comprendió la evaluación de la calidad del agua utilizando el índice de calidad de agua establecido por la National Sanitation Foundation Estados Unidos en las albarradas comunales del recinto Sancán-Jipijapa-Manabí. Mediante la aplicación del índice de calidad de agua de la Fundación Nacional Sanitaria de los Estados Unidos, se procesó con 9 parámetros. Los resultados del cálculo indican que el índice y el volumen para la Albarrada la Grande Sancán es de 61,79/ 4756,13m<sup>3</sup> y para la Albarrada San Francisco de Afuera es 58.29/49622,46 m<sup>3</sup>, calificándose como REGULAR, en cuanto a la cobertura vegetal en cinco años se muestra un aumento significativo de suelos abiertos y reducción total de vegetación densa. Por lo que se concluye que los sistemas de albarradas evaluados presentan una calidad de agua media o aceptable el cuál para ser utilizada para consumo humano debe ser tratada y en cuanto a el riego no necesita tratamiento; el aumento de suelos abiertos se debe a la agricultura, para lo cual se debe fortalecer el manejo adecuado de sistema y mejorar el ordenamiento territorial manteniendo los bosques nubosos tropicales; y es suma importancia realizar un estudio interanual en el sistema.</i></p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 593 986408040	<b>E-mail:</b> cinthyamendozacmmch@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Blga. Miriam Salvador Brito Msc.		
	<b>Teléfono:</b> 3080777 - 3080758		
	<b>E-mail:</b> info@fccnugye.com miriam.salvadorb@ug.edu.ec		



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 11

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado *Vinicio Macas Espinosa, MSc.*, tutor revisor del trabajo de titulación **APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ**, certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por **CINTHYA MENALY MENDOZA CHANCA** con C.I. No. **0950134452**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniera Ambiental, en la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Naturales, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Guayaquil, jueves 14 de marzo de 2019

*Vinicio Macas Espinosa, MSc.*

C.I. No. 0704536838





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 12

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL  
USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS**

Yo, **CINTHYA MENALY MENDOZA CHANCAY** con **C.I. No. 0950134452**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ**, son de mi absoluta propiedad y responsabilidad y según el **Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN**, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente.

*Cinthya Mendoza Ch*

**Cinthya Menaly Mendoza Chancay**  
C.I. No. 0950134452

\*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 13

**APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ALBARRADAS DEL  
RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ**

*Autor: Cinthya Menaly Mendoza Chancay*

*Tutor: Dr. Wilson Pozo Guerrero, PhD.*

**Resumen**

*El presente trabajo comprendió la evaluación de la calidad del agua utilizando el índice de calidad de agua establecido por la National Sanitation Foundation Estados Unidos en las albarradas comunales del recinto Sancán-Jipijapa-Manabí. Mediante la aplicación del índice de calidad de agua de la Fundación Nacional Sanitaria de los Estados Unidos, se procesó con 9 parámetros. Los resultados del cálculo indican que el índice y el volumen para la Albarrada la Grande Sancán es de 61,79/ 4756,13m<sup>3</sup> y para la Albarrada San Francisco de Afuera es 58.29/49622,46 m<sup>3</sup>, calificándose como REGULAR, en cuanto a la cobertura vegetal en cinco años se muestra un aumento significativo de suelos abiertos y reducción total de vegetación densa. Por lo que se concluye que los sistemas de albarradas evaluados presentan una calidad de agua media o aceptable el cuál para ser utilizada para consumo humano debe ser tratada y en cuanto a el riego no necesita tratamiento; el aumento de suelos abiertos se debe a la agricultura, para lo cual se debe fortalecer el manejo adecuado de sistema y mejorar el ordenamiento territorial manteniendo los bosques nubosos tropicales; y es suma importancia realizar un estudio interanual en el sistema.*

*Palabras claves: Albarrada, Coliformes Fecales, DBO5, Fosfatos, ICA, Nitratos, Nitritos Oxígeno Disuelto.*



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 14

*APPLICATION OF THE WATER QUALITY INDEX IN THE ALBARRADAS OF THE ENCLOSURE SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ*

*Author: Cinthya Menaly Mendoza Chancay*

*Advisor: Dr. Wilson Pozo Guerrero, PhD*

*Abstact*

*The present work included the assessment of the quality of water using the index of water quality established by the National Sanitation Foundation United States in the albarradas's community complex Sancán-Jipijapa-Manabí. Through the application of the index of water quality of the National Foundation of Health of the United States, was processed with 9 parameters. The results of the calculation indicate that the index and the volume for the drywall the Large Sancán is 61,79/ 4756,13m<sup>3</sup> and for the Albarrada San Francisco of Afuera is 58.29/49622,46 m<sup>3</sup>, qualifying as REGULAR, as for the vegetable coverage in five years there appears a significant increase of open soils and entire reduction of dense vegetation. Therefore, one concludes that the evaluated walls systems present a quality of average or acceptable water which to be used for human consumption must be treated and as for the irrigation he does not need treatment; the increase of open soils owes to the agriculture, for which it is necessary to strengthen the suitable system handling, and to improve the territorial arranging maintaining the tropical cloudy forests; and it is a supreme importance to realize an interannual study in the system.*

**Keyword:** Albarrada, BOD<sub>5</sub>, Dissolved Oxygen, Fecal Coliforms, ICA, Nitrates, Nitrites, Phosphates.

## **Dedicatoria.**

*A mi querida madre María de Lourdes Chancay Álvarez por todo su esfuerzo, dedicación, apoyo y su guía incondicional en cada paso.*

*Gracias por forjarme como la persona que soy en la actualidad, enseñándome que con voluntad y esfuerzo todo es posible. Y a mis hermanos Steven, Naíma y Vanía.*

## **Agradecimiento.**

*A Noemio Villarreal por su apoyo y formar parte de mi vida como un padre*

*A mis tías Janeth, Gloria; demás tíos, y primos Mayra, Geomary, Fabricio, Salma por su motivación constante que me dieron para alcanzar mis metas, por estar presentes aportando buenas cosas.*

*A mi papá Héctor Mendoza Vargas por haber sembrado la semilla que permitió que este aquí;*

*A la Blga. Mariuxi Mero y a mi tutor por la guía metodológica en el diseño y elaboración de mi trabajo, quienes me han ofrecido sus sabios conocimientos para lograr culminar el trabajo, a Josué y su mamá Jaqueline, por ayudarme con los equipos de muestreo, y análisis,*

*A Kevin, Luisa y demás amigos incondicionales que formé en el trayecto de formación, gente tan querida la cual agradezco que estén en mi vida (GMTKGLCE)*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	23
CAPÍTULO I .....	25
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
1.2. OBJETIVOS.....	26
1.2.1. Objetivo general.....	26
1.2.2. Objetivos específicos .....	26
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	27
1.4. DELIMITACIÓN .....	28
1.4.1. Área de Estudio .....	29
1.4.1.1. Descripción de Área de Estudio .....	31
1.4.1.1.1. Situación Limítrofe .....	31
1.4.1.1.2. Sistema Biofísico .....	31
Clima .....	31
Hidrología.....	33
Geología .....	34
Geomorfología.....	34
Suelos .....	34
Uso de Suelo.....	35
Vegetación.....	36
1.4.1.1.3. Sistema Socioeconómico .....	37
Servicios .....	37
Economía .....	37
Producción.....	38
1.5. HIPÓTESIS .....	38
1.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	39
CAPÍTULO II .....	40
2.1. ANTECEDENTES.....	40
2.2. MARCO TEORICO .....	44
2.2.1. Ciclo hidrológico.....	44
2.2.2. Albarradas .....	44
2.2.2.1. Estructura de las albarradas .....	46
2.2.2.2. Importancia de las albarradas.....	47

2.2.2.3.	Ecología de las Albarradas .....	48
2.2.2.4.	Albarradas como sistema social.....	48
2.2.2.5.	Sustentabilidad de las albarradas .....	49
2.2.2.6.	Causas del deterioro de las albarradas.....	49
2.2.3.	Indicadores ambientales.....	50
2.2.3.1.	Índices de Calidad de Agua .....	51
2.2.3.2.	Usos de los ICA's .....	53
2.2.3.3.	Beneficios y limitaciones de los ICA's .....	53
2.2.4.	Definición de Parámetros Físico, Químicos y Biológicos .....	54
2.2.4.1.	Temperatura .....	54
2.2.4.2.	Oxígeno disuelto .....	54
2.2.4.3.	Turbidez .....	55
2.2.4.4.	Potencial de hidrógeno.....	56
2.2.4.5.	Conductividad .....	56
2.2.4.6.	Sólidos disueltos totales .....	57
2.2.4.7.	Demanda bioquímica de oxígeno .....	57
2.2.4.8.	Nitratos y Nitritos.....	58
2.2.4.9.	Coliforme fecales .....	58
2.2.4.10.	Salinidad.....	59
2.2.4.11.	Color.....	59
2.2.4.12.	Hierro .....	60
2.2.4.13.	Sulfatos.....	60
2.2.5.	Riesgos del Consumo de Agua estancadas .....	60
2.2.6.	Volumen.....	61
2.2.7.	Uso y Aprovechamiento del Agua.....	61
2.2.8.	Sistemas de Información Geográfica .....	62
2.2.9.	Teledetección.....	62
2.3.	MARCO LEGAL.....	66
2.3.1.	Constitución de la República.....	66
2.3.2.	Ley Orgánica De Recursos Hídricos Usos Y Aprovechamiento Del Agua .....	68
2.3.2.1.	Reglamento Ley recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua .	72
2.3.3.	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente .....	75
2.3.4.	Código Orgánico Ambiental .....	76

2.3.5. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD .....	77
2.3.6. Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales .....	77
CAPÍTULO III .....	78
3.1. METODOLOGÍA .....	78
3.1.1. Área de Muestreo .....	78
3.1.1.1. Ubicación de estaciones de muestreo.....	80
3.1.1.2. Muestreo .....	82
3.1.2. VALORACIÓN DEL ICA (ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA) .....	85
3.1.3. Análisis estadístico .....	90
3.1.4. Volumen de las Albarradas .....	90
3.1.5. Uso y aprovechamiento del agua de las albarradas .....	90
3.1.6. Análisis de las condiciones área de influencia .....	91
CAPÍTULO IV .....	93
4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	93
4.1.1. Mediciones In-situ.....	93
4.1.2. Mediciones de laboratorio.....	94
4.2. Objetivo 1: Determinación y comparación de Índice de Calidad de Agua de las Albarradas .....	96
4.2.1. Resultados Estadístico .....	98
4.2.1.1. Comprobación de hipótesis .....	98
4.3. Comparación Volumen y Calidad del agua.....	99
4.4. Objetivo 2: Determinación de uso y aprovechamiento de agua de las albarradas-Encuestas.....	100
4.4.1. Resultados de encuesta .....	103
4.5. Objetivo 3: Análisis de las condiciones del área de influencia de los tributarios y albarradas determinando cambios a los alrededores .....	109
4.6. Objetivo 4: Establecer medidas de reducción de impactos negativos.....	115
4.7. DISCUSIÓN .....	119
CAPÍTULO V .....	123
5.1. Conclusiones .....	123
5.2. Recomendaciones.....	125
Bibliografía .....	126

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de área de estudio- Sancán .....	30
Figura 2 Precipitación media mensual estación Sancán 1985-2009 .....	32
Figura 3 Precipitación media mensual 1995-2015 estación Sancán- CRM .....	33
Figura 4 Uso de suelo del área de estudio .....	35
Figura 5 Ciclo Hidrológico .....	44
Figura 6 Elementos que conforman un sistema de Albarradas .....	45
Figura 7 Estructura de las Albarradas.....	46
Figura 8 Sustentabilidad de las albarradas.....	49
Figura 9 Formas básicas tomando las medidas en metros, el volumen en litros .....	61
Figura 10 Ubicación e identificación de las albarradas .....	79
Figura 11 Albarrada La Grande-Sancán .....	80
Figura 12 Albarrada San Francisco de Afuera.....	80
Figura 13 Estaciones de Muestreo Albarrada La Grande-Sancán .....	81
Figura 14 Estaciones de Muestreo Albarrada San Francisco de Afuera.....	81
Figura 15 Muestreo Albarrada San Francisco 13/10/2018. ....	82
Figura 16 Muestreo Albarrada Sancán 13/10/2018.....	82
Figura 17 A: Equipo Multiparámetro AMPERA PC060; B: Botellas Ámbar y entrega de Muestras al Laboratorio. ....	83
Figura 18 Valoración de la calidad de agua en función de % oxígeno Disuelto .....	86
Figura 19 Valoración de la calidad de agua en función de la DBO5 .....	86
Figura 20 Valoración de la calidad de agua en función de Turbidez.....	86
Figura 21 Valoración de la calidad de agua en función de Nitratos,.....	87
Figura 22 Valoración de la calidad de agua en función de Fosfatos, .....	87
Figura 23 Valoración de la calidad de agua en función de Coliformes Fecales,.....	87
Figura 24 Valoración de la calidad de agua en función de Sólidos Disueltos Totales....	88
Figura 25 Valoración de la calidad de agua en función de pH, .....	88
Figura 26 Valoración de la calidad de agua en función de Cambio de Temperatura, ...	88
Figura 27 Comparación de resultados del ICA en las Albarradas.....	96
Figura 28 Valor p de prueba de hipótesis 2,.....	99
Figura 29 Valor P de prueba de hipótesis 2,.....	99

Figura 30 Principal Actividad Económica.....	103
Figura 31 Cuantos tanques de agua necesita para sus actividades domesticas .....	103
Figura 32 ¿Usa usted el agua de las albarradas?.....	104
Figura 33 Con qué frecuencia va a las albarradas a abastecerse de agua .....	104
Figura 34 Cuantos tanques de agua obtiene de las albarradas. ....	105
Figura 35 El agua de las albarradas para que es destinada.....	105
Figura 36 Como considera usted la calidad de Agua de las Albarradas .....	106
Figura 37 ¿Considera usted que las albarradas han mejorado el abastecimiento de agua? .....	106
Figura 38 ¿Considera usted que existe contaminación del agua? .....	107
Figura 39 ¿Cuáles son las causas que considera contamina la albarrada? .....	107
Figura 40 ¿Como es el Cuidado y mantenimiento que se proporciona a las albarradas? .....	108
Figura 41 Índice Normalizado de diferencia de vegetación 2013 San Francisco .....	110
Figura 42 Índice Normalizado de diferencia de vegetación 2018 San Francisco .....	111
Figura 43 Índice Normalizado de diferencia de vegetación 2013 Sancán .....	112
Figura 44 Índice Normalizado de diferencia de vegetación 2018 Sancán .....	112
Figura 45 Representación color infrarrojo (Vegetación) 2013 San Francisco.....	113
Figura 46 Representación color infrarrojo (vegetación) 2018 San Francisco .....	113
Figura 47 Representación color infrarrojo (vegetación) 2013 Sancán.....	114
Figura 48 Representación color infrarrojo (vegetación) 2018 Sancán.....	114

## Índice de Tabla

Tabla 1 Clasificación del uso de las albarradas.....	29
Tabla 2 (Precipitación Media Mensual (mm) de Estaciones Meteorológicas.....	32
Tabla 3. Precipitación Media Mensual (mm) SANCAN-CRM periodo 1995-2015.....	32
Tabla 4 Vegetación común presente en la zona de las albarradas.....	36
Tabla 5 Descripción de la operacionalización de las variables.....	39
Tabla 6.Aportes de los Sistemas de Albarradas.....	47
Tabla 7 Funciones de Indicadores Ambientales.....	50
Tabla 8: Clasificación de Indicadores.....	50
Tabla 9 Descripción de Categorías de ICA.....	51
Tabla 10 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos empleado por diferentes ICA..	52
Tabla 11 Usos de los ICAs.....	53
Tabla 12 Beneficios y limitaciones de los ICA.....	53
Tabla 13 Conductividad de acuerdo al origen del agua.....	56
Tabla 14 Niveles de DBO5 y consecuencias en el agua.....	57
Tabla 15 Combinación de bandas y Composición RGB.....	64
Tabla 16 Ubicación de Albarradas.....	78
Tabla 17 Ubicación de puntos de muestreo.....	80
Tabla 18 Parámetros y Equipos usados en Laboratorio.....	84
Tabla 19 Pesos relativos asignados a cada parámetro para el ICA-NSF.....	89
Tabla 20 Interpretación de resultados del ICA-NSF.....	89
Tabla 21 Satélites y Fecha de imagen.....	91
Tabla 22 Descripción combinación de Bandas Usadas.....	92
Tabla 23 Resultados In situ.....	93
Tabla 24 Resultados Mediciones de Laboratorio.....	94
Tabla 25 Determinación de Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF).....	96
Tabla 26 Resultado ICA por punto San Francisco.....	97
Tabla 27 Resultado ICA por punto Sancán.....	97
Tabla 28 Resumen de promedios ICA por puntos.....	97
Tabla 29 Estadística Descriptiva ICA.....	98
Tabla 30 Estimación de la Diferencia.....	98

Tabla 31 Descripción de Hipótesis a comprobar .....	98
Tabla 32 Comprobación de hipótesis Minitab18 .....	99
Tabla 33 Relación Volumen y calidad de agua .....	99
Tabla 34 Datos para el cálculo de la muestra.....	100
Tabla 35 Resultado de encuestas .....	100
Tabla 36 Descripción de Situación actual de las albarradas.....	109
Tabla 37 Comparación de NDVI en el área de San Francisco de Afuera. ....	110
Tabla 38 Comparación de NDVI en el área de Sancán .....	111
Tabla 39 Medidas de Reducción de Impactos Negativos Sancán .....	116
Tabla 40 Medidas de Reducción de Impactos Negativos San Francisco .....	117
Tabla 41 Elementos de sistema de potabilización .....	118

## Índice de Anexos

ANEXO 1 Albarrada San Francisco .....	140
ANEXO 2 Albarrada La Grande-Sancán.....	142
ANEXO 3 Albarrada La Gallineta .....	143
ANEXO 4 Albarrada La de Cañarte.....	144
ANEXO 5 Albarrada la del Bosque o Ladrilleros .....	145
ANEXO 6 Muestreo.....	146
ANEXO 7 Encuestas Sancán .....	148
ANEXO 8 Encuestas San Francisco.....	150
ANEXO 9 Formato Encuesta .....	151
ANEXO 10 Mapas.....	152
ANEXO 11 Resultados de Laboratorio área San Francisco .....	156

### **Abreviaturas**

ALGS.	Albarrada La Grande Sancán.
ASFA.	Albarrada San Francisco de Afuera.
OBJ.	Objetivo.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un componente básico de la naturaleza e indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos en los ecosistemas y para el sostenimiento de la vida (Díaz, 2013). “Al ser esencial para la vida, su escasez afecta negativa y profundamente las posibilidades de desarrollo de una región, sin agua disponible todo el tiempo, quedan comprometidas las posibilidades de progreso económico y bienestar” (FAO, 2013).

Según Torres, Cruz, & Patiño (2009), las fuentes de agua superficial permiten diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales siendo este eje de desarrollo; no obstante, de forma paradójica muchas de estas actividades causan alteración y deterioro de las mismas; en general, las aguas superficiales están sometidas a contaminación natural (arrastre material particulado o disuelto, presencia de materia orgánica natural -MON-) y de origen antropogénico (descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros) (pág. 81) .

El riesgo microbiológico es bastante marcado en la mayoría de los países en desarrollo, principalmente está asociado a un inadecuado saneamiento, de acuerdo con Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, ratifica en la Agenda 21 que aproximadamente 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de los fallecimientos en estos países tienen por causa el consumo de agua contaminada (Rojas, 2002, pág. 5; Torres, Cruz, & Patiño, 2009, pág. 81).

La Constitución de la República del Ecuador, Ley Orgánica de Aguas, TULSMA bajo un marco legal vigente ampara a los sistemas hídricos en el cual se toman en cuenta los diferentes servicios ambientales y beneficios ecológicos que poseen algunos cuerpos de agua; la diversidad de enfoque legal de estas normas marcan diferentes directrices para la protección de cuerpos de agua vulnerables ante actividades antrópicas (Yáñez F, 2018, pág. 1).

De acuerdo con Demin (2013), “Regularmente la calidad del agua superficial es estudiada a través de la cuantificación de características físico-químicas y biológicas del agua”, por lo cual, Babaei (2011), refiere que “los ICA`s agrupan estas características con fines específicos de conformidad con los usos del agua” (Aguirre, Vanegas, & Garcia, 2016, pág. 39).

La aplicación del Índice de Calidad de Agua es una alternativa para dictaminar un cuerpo de agua sin recurrir a recopilaciones estadísticas de las tendencias, variable por variable y sitio por sitio; esta metodología aporta información reproducible sobre los atributos del agua (Perez & Rodriguez, 2008, pág. 1906).

Se han realizado diversos estudios basados en la determinación del índice de calidad de agua, en el cual se aplican diversas metodologías; de acuerdo Simboni Ruiz et al. (2007), se destaca que “el ICA-NSF a pesar de haber sido desarrollado en Estados Unidos; es ampliamente usado a nivel mundial para evaluar la calidad de un cuerpo de agua superficial para consumo humano siendo validado y adaptado en diferentes estudios” (Carrillo A. & Ursilés C., 2016, pág. 1).

Dentro del ICA-NSF se consideran nueve parámetros; pH, turbidez, nitratos, fosfatos, % OD, DBO5, coliformes fecales, diferencia entre la temperatura del agua y ambiente, Solidos Totales Disueltos los cuales serán usados para evaluar la calidad del agua utilizando el índice de calidad de agua establecido por la National Sanitation Foundation Estados Unidos (ICA-NSF) en las albardas comunales del recinto Sancán – Jipijapa-Manabí.

# CAPÍTULO I

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es un recurso vital para el desarrollo de los ecosistemas, así como para las actividades de la vida diaria; su calidad es de suma importancia, la cual se ve afectada por una serie de factores de origen antropogénico como natural; existen diferentes valores en los parámetros de calidad del agua, los cuales establecen una caracterización que determina en qué tipo de actividades puede ser utilizada (Arroyo, 2017).

La disminución de la calidad del agua tiene un impacto directo en la cantidad, convirtiéndose en una preocupación mundial a medida que las poblaciones humanas crecen, las actividades industriales y agrícolas se expanden, y el cambio climático amenaza con causar importantes alteraciones en el ciclo hidrológico (ONU, 2014).

El agua contaminada que no se puede usar para beber, bañarse, la industria o la agricultura reducen efectivamente la cantidad de agua utilizable dentro de un área determinada (ONU, 2014).

El mayor problema que acontece en sectores como Julcuy, Membrillar, Joa y Sancán es la escasez de agua, la que afecta a la producción de maíz y otros productos de ciclo corto por la falta de lluvias (SNI, Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial, 2015).

Las albarradas mejoran la calidad de vida de las personas en regiones con prolongadas épocas de sequía, sus estructuras están vinculadas tanto a las actividades de tipo productivo (ganadería, agricultura, agua y arcilla para la producción de ladrillos), como actividades domésticas (beber, cocinar, lavar) por lo cual es indispensable conocer su calidad al ser medios de abastecimiento (SNI, Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial, 2015). “En la comuna Sancán con aproximadamente 600 habitantes, se destaca el uso de estos sistemas, como fuente principal de agua dulce para las actividades domésticas en combinación con agua de tanquero” (Alvarez, Bazurco, Burmestre, Gonzalez, & Escobar, 2005).

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad del agua utilizando el índice de calidad de agua establecido por la National Sanitation Foundation Estados Unidos (ICA-NSF) en las albardas comunales del recinto Sancán –Jipijapa-Manabí.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar, comparar la calidad del agua en época seca, a través del índice de calidad de agua (ICA-NFS) y determinar el volumen de las Albardas comunales.
- Realizar encuestas acerca del uso y aprovechamiento del agua de las albardas comunales.
- Analizar las condiciones del área de influencia de los tributarios aportadores y determinación de cambios a los alrededores mediante S.I.G.
- Establecer medidas que permitan reducir los impactos negativos, contribuyendo a mejorar el manejo del sistema de albardas.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Según Samaniego (2013), es fundamental disponer de datos e información sobre el estado y tendencias de los recursos hídricos para efectuar una acertada gestión del agua y un eficaz suministro hacia los diferentes sectores demandantes del recurso, así como también, generar este tipo de información es importante para definir acciones/estrategias a seguir en miras del uso sostenible del recurso (pág. 20).

Para Orozco, Padilla, y Salguero (2003) citado por Dulce María & Pedro (2014), es cada vez más fuerte el evidencia de que nos encontramos inmersos en una grave crisis en relación a los recursos naturales, uno de ellos es la escases de agua para consumo humano, riego, y para otros usos; esto se debe a cambios en regímenes de precipitación, escurrimientos, a la degradación de los suelos por el mal manejo de la tierra y a la pérdida de los bosques (pág. 59).

Marcos (2004) nos dice que:

“Las albarradas son reservorios de agua los cuales contribuyen al aporte de este líquido vital a las comunidades en periodos de sequía frecuentes en la costa ecuatoriana. Frente a esta variabilidad estacional, las albarradas almacenan agua en los períodos húmedos, especialmente cuando ocurre el fenómeno El Niño, y recargan los acuíferos, para utilizarla con distintos fines (domésticos, productivos, sociales, recreativos)” (Álvarez & Zulaica, Servicios Ecosistemicos de las Albarradas en la Península de Santa Elena, 2016b, pág. 7).

De acuerdo con Poonam *et al.* (2013), el ICA-NSF es un índice público ya que ignora tanto el tipo de uso que se le dará al agua, como el o los métodos utilizados para determinar las características físico, químicas y biológicas; presenta además una cualificación general del estado del agua y resulta un instrumento que permite identificar el deterioro o mejora de la calidad en un cuerpo de agua (Aguirre, Vanegas, & Garcia, 2016, pág. 39). Simplificando en un único valor numérico, el cúmulo de información sobre la calidad del agua, facilitando el manejo de datos, evitando que las fluctuaciones en las mediciones invisibilicen las tendencias ambientales y permitiendo comunicar, en forma simple y veraz, la condición del agua para un uso deseado o

efectuar comparaciones temporales y espaciales entre cuerpos de agua (Perez & Rodriguez, 2008, pág. 39).

#### **1.4. DELIMITACIÓN**

El cantón Jipijapa, políticamente se divide en tres parroquias urbanas y siete parroquias rurales; los principales centros poblados, comunas o recintos son: Sancán, La Boca de Cayo, La Unión, Las Delicias, Bajo Grande, San Pablo, Las Piñas de Julcuy, Albajacal, San Pedro, El Limón, Cantagallo, La Naranja, El Seca, Los Ángeles, Joa, Dos Esteros, Chirimoya, Zobeida, entre otros (SNI, Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial, 2015).

Según Alvarez S. G. et al (2005). la comuna Sancán se fundó el 25 de febrero de 1975; está es una comuna de gran tamaño la cual cuenta con 11 recintos distribuidos por todo el territorio comunal (pág. 454).

- Sancán
- San Francisco de afuera
- El descanso
- Santa Rosa (afuera y del medio)
- Sandial
- Bototillo
- Lomas del Jardín
- Cañita
- Cerrito de la Asunción
- Cerrito del Mirador
- Quimis

La comuna Sancán se encuentra ubicada a 8 km de la ciudad Jipijapa, el sector presenta características que se enmarca en la zona ecológica: Matorral Seco de tierras bajas y bosque seco tropical. (Bazurco & González, 2005, pág. 451).

### 1.4.1. Área de Estudio

Según el estudio realizado *Bazurco & González (2005)*, la comuna Sancán posee 11 estructuras: 9 albarradas, 2 tape, descritos en la tabla 1.

*Tabla 1 Clasificación del uso de las albarradas.*

Albarrada	Usos	Estado
“La Albarrada”, “La Principal”, “La Grande”, “La Albarrada del Aguardiente”, “La de Sancán” Recinto Sancán	Fundamentalmente para tareas Domésticas y para Bañarse. En menor medida, pero también para dar de beber al ganado.	Funcional Comunal, Cerrada cercada.
La Cañarte Recinto Sancán	Para tareas Domésticas, bañarse, bebedero de ganado, Agua y Arcilla para Ladrilleras	Funcional Abierta Comunal
“Albarrada del Bosque”, “Albarrada de German Toalá”, “Albarrada de los Ladrilleros” Recinto Sancán	Agua y arcilla para ladrilleras, bebedero de ganado, en menor medida, pero también para actividades domesticas	Funcional Abierta Comunal
‘La Gallinita’ o ‘Albarrada del Camino a Pacheco’ <b>Recinto Sancán</b>	Bebedero del ganado, para nadar, para labores domésticas.	Funcional, abierta., comunal
La Albarrada’, ‘La de San Francisco’. San Francisco de Afuera	Para consumo humano, para labores domésticas, para dar de beber a los animales	Funcional, cerrada sin cercar. comunal,
Albarrada de la Loma’, ‘La Vieja’. Recinto Loma del Jardín	Fundamentalmente para labores domésticas bañarse, dar de beber al ganado y para regar las chacras	Funcional comunal, (tape*) cerrada cercanas. cercada.
’ La Nueva’ Recinto Loma del Jardín	Para bebedero del ganado.	Funcional, abierta comunal,
La Poza de Santa Rosa’, El Charquito’ Recinto Santa Rosa	Fundamentalmente para labores domésticas, para dar de beber al ganado, para regar los jardines familiares.	Funcional, cerrada cercada. comunal,
La Pública’, ‘La de Afuera’. Recinto Sandial	Fundamentalmente para labores domésticas, para dar de beber al ganado.	Funcional, cerrada cercada. comunal,
La Privada’, ‘La de Afuera	Para labores domésticas y para cocinar, algunos	Funcional (tape) privada, cerrada, cercada.
’La de Odón Murillo’ Recinto Cerrito del Mirador	Para labores domésticas y para regar la chacra del dueño.	Funcional privada, cerrada,

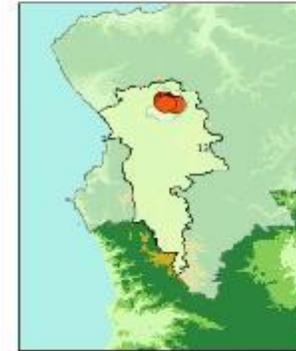
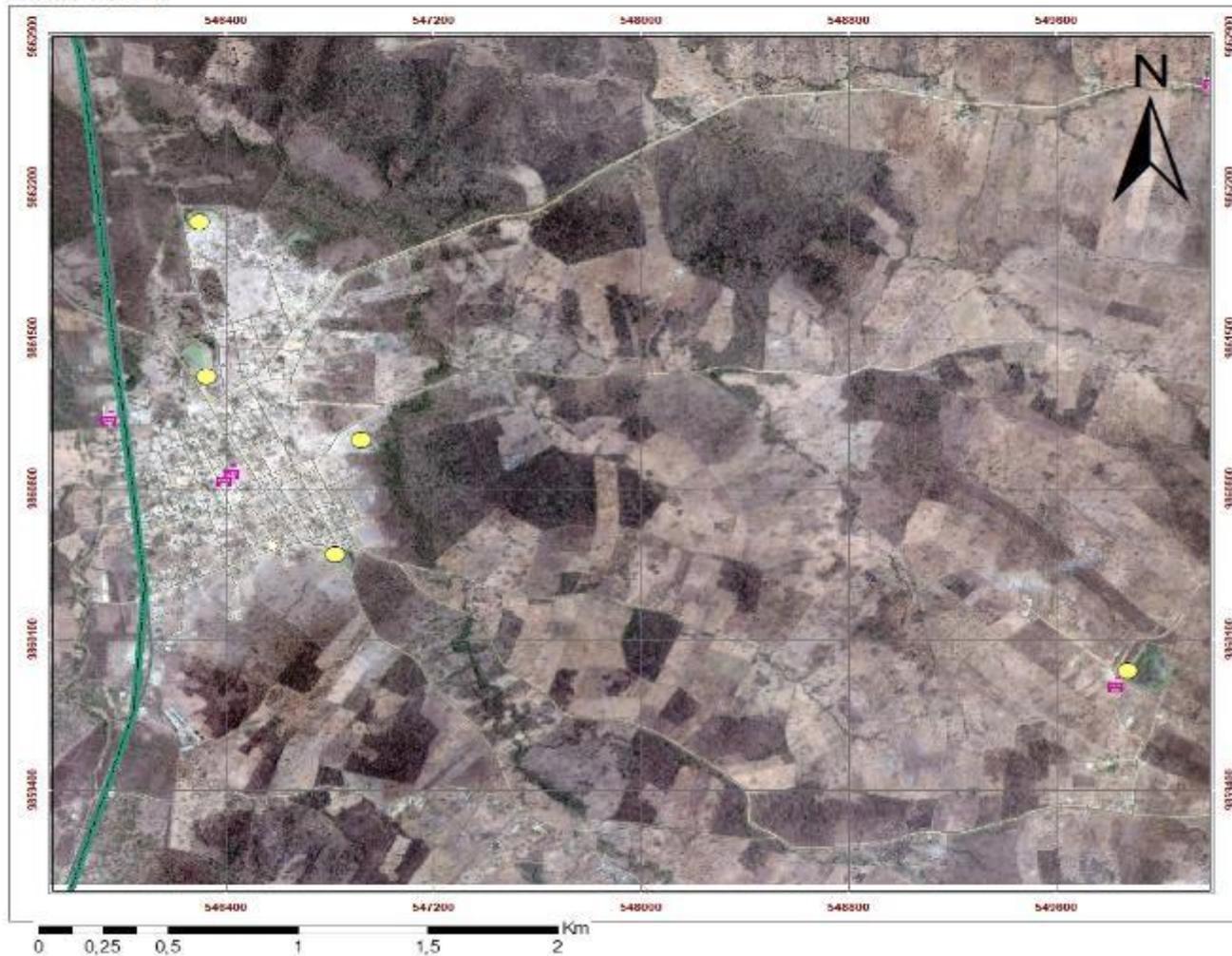
\* Fue clasificada como tape por los arqueólogos, sin embargo, en el recinto insistieron en que no era un tape pues lo que parecía ser un río cortado era la marca del agua del vaso de la albarrada

*Autores: Bazurco M., González C.*

*Fuente: Comunas y Comunidades con Sistemas de Albarradas Tomo1*

# Área de Estudio Albaradas

1:17.184



Mapa de ubicación Sancán con respecto a Jipijapa



Mapa de ubicación Sancán con respecto al Ecuador

## Leyenda

- Albaradas
- Vias**
- Duro/pavimento/Vía Primaria
- Suelto/No pavimentado/Vía Secundaria
- Centro Educativos

Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Escuela de Ciencias Ambientales	
Proyecto	
APLICACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA NSF EN LAS ALBARADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANARI	
Autor	
Cinthya Mandy Mendoza Chancy	
Formato papel	
A3	
Fuente	IGM-SIG HERRAS
Coordenado System: WGS 1984 UTM Zone 17S	
Proyección: Transversa Mercator	
Datum: WGS 1984	

Figura 1. Ubicación de área de estudio- Sancán

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

#### **1.4.1.1. Descripción de Área de Estudio**

Para el presente estudio se tomaron en consideración las albarradas situadas en el recinto Sancán y recinto San Francisco de Afuera las cuales se encuentran dentro de la cuenca hidrográfica Río Bravo, subcuenca Río Sancán; posee una extensión de 328 Km<sup>2</sup>, perteneciente al sistema hidrográfico Jipijapa.

##### **1.4.1.1.1. Situación Limítrofe**

Según Alvarado (2018), la situación limítrofe de la comuna corresponde al Norte por el territorio de la Comuna Palay del cantón Montecristi, al Sur con el recinto Santa Rosa y el Cecal, al Este con el cantón 24 de mayo y al Oeste con los territorios de la comuna Membrillal; los límites físicos de la Comuna Sancán son por el Norte a partir del Cerro Piñón en la línea imaginaria atravesando el carretero que une a Manta y Guayaquil en el punto denominado Cruz del Juancho al Sur a partir del punto denominado Cruz del Cerro Membrillal, al Este desde el Cruce de los Mantuanos tomando en parte la Cordillera de San Pablo hasta San Francisco, al Oeste desde la cruz del Cerro de Membrillal llegando hasta punta alta continuando al pie del Cerro Verde (2018, pág. 25).

##### **1.4.1.1.2. Sistema Biofísico**

###### **Clima**

###### *Temperatura*

Según Lino y Sánchez citado por Alvarado (2018), el clima del valle Sancán es cálido y seco por encontrarse entre 200 a 300 msnm con una temperatura promedio 24 °C (2018, pág. 25), Temperatura Max 34°C, mínima 17°C.

###### *Precipitaciones*

En la tabla 2 se presenta los valores medios mensuales y sus totales anuales de las precipitaciones registrados desde el período 1985-2009 teniendo en cuenta el período.

Tabla 2 (Precipitación Media Mensual (mm) de Estaciones Meteorológicas

SANCAN													
Periodo: 1995 - 2009													
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Suma	Med.
67,8	138,3	121,8	80,6	24	4,2	1,1	1,2	1,1	1,2	2,2	13,3	456,8	38,07

Autor Mendoza Ch. Cinthya M. basado en CLIRSEN-MAGAP,  
Fuente: SIN, Memoria técnica Jipijapa clima e hidrología 2012

El análisis de variabilidad interanual contribuye a observar la distribución mes a mes dentro del año. Permitiendo identificar los meses más o menos lluviosos.

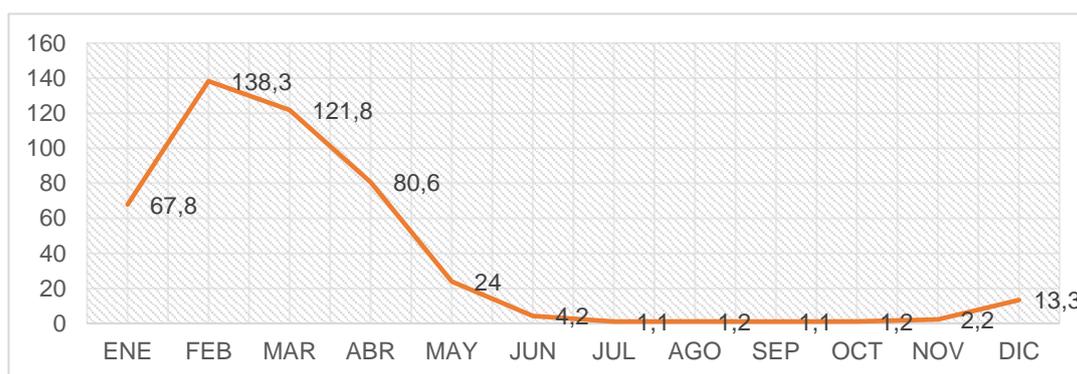


Figura 2 Precipitación media mensual estación Sancán 1985-2009  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M. en base a CLIRSEN-MAGAP, Fuente: SIN, Memoria técnica Jipijapa clima e hidrología 2012

Según los datos presentados en la figura 2, muestra que la estación M449 Sancán ubicada en la comuna Sancán presenta un registro de precipitaciones media 138.3 mm en febrero siendo ese el mes con abundantes lluvias, y de 1.1 mm entre los meses de julio a octubre con menos precipitación (SNI, Memoria Técnica Clima e Hidrología, 2012).

En la tabla 3 se muestran datos pluviométricos desde el periodo 1995 a Oct 2015 sus valores medios se presentan a continuación.

Tabla 3. Precipitación Media Mensual (mm) SANCAN-CRM periodo 1995-2015

SANCAN-CRM													
Periodo: 1995 – 2015													
Ene	Feb	May	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Sum	Med
106,8	148,4	131,5	93,9	17,7	9,5	6,8	5,4	11,2	31,8	62,7	80,3	706,5	58,8

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.  
Fuente: INAMHI

En relación al periodo 1995 -2015 en la estación Sancán-CRM se presenta un registro de precipitaciones media 148.3 mm en febrero siendo ese el mes con abundantes lluvias, y de 1.1 mm entre los meses de julio a octubre con menos precipitación.

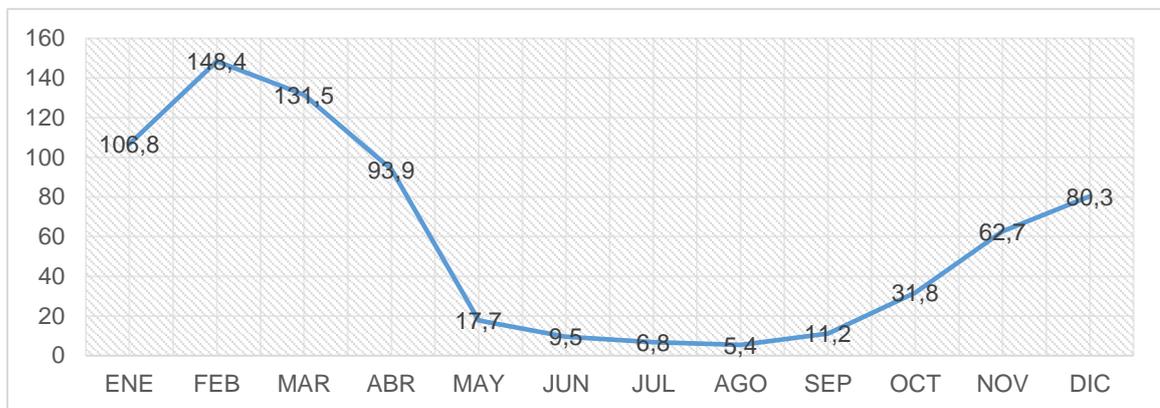


Figura 3 Precipitación media mensual 1995-2015 estación Sancán- CRM  
 Autor Mendoza Ch. Cinthya M. en base a datos meteorológicos, Fuente INAMHI

Observando la representación de las precipitaciones (figura 2 y 3) se concluye que estas presentan una tendencia equivalente para las dos estaciones meteorológicas en la cual febrero es el mes que presenta mayor precipitación.

## Hidrología.

### Red hidrográfica.

La zona de estudio se encuentra rodeada de una red hidrográfica poco activa pero bien marcada, perteneciente al sistema hidrográfico de la cuenca del río Jipijapa, subcuenca del río Sancán siendo este el mas importantes que recorre en dirección aproximada E-W hasta desembocar en el Océano Pacífico, los rasgos hidrográficos más relevantes del área están representados por una serie de drenajes intermitentes que presentan pequeños caudales en épocas de lluvia (Pasquel, Montavo, & Viteri, 2003).

### Cuencas hidrográficas.

Se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica Río Bravo subcuenca Río Sancán, la cual posee una extensión de 328 Km<sup>2</sup>, perteneciente al Sistema Hidrográfico Jipijapa.

### *Hidrogeología.*

Hidrogeológicamente la zona corresponde a los miembros Dos Bocas y Villagonta del Grupo Tosagua, estos tipos de depósitos se caracterizan por ser prácticamente impermeables sin presencia de agua subterránea; generalmente no se presentan acuíferos o a su vez conforman acuíferos de tipo somero, muy localizados, discontinuos y con indicios de salobridad, por lo cual la zona no tiene potencial hidrogeológico apreciable (Pasquel, Montavo, & Viteri, 2003).

### **Geología**

La geología de la zona corresponde básicamente a sedimentos cuaternarios holocénicos conformado por limos y arcillas de coloración parda, semicompartidos localmente por procesos de vitalización; estos materiales pertenecen a depósitos tanto antiguos como modernos (Pasquel, Montavo, & Viteri, 2003).

### **Geomorfología.**

El terreno presenta una topografía ligeramente ondulado, con pendientes mínimas de 0,25 %, la máxima de 31,96% y la media es de 10,84 %, la orografía la conforman las siguientes elevaciones Cerritos, Botillos, Sandial, Tierra Blanca Punta Alta, Cerros de los Sánchez, Cruz del Cerro; la altura mínima es de 168,11 msnm (metros sobre el nivel del mar), la máxima de 639,88msnm y la altura media oscila alrededor de los 351,04 msnm (Alvarado, 2018, pág. 25). “En la zona de la sabana de Sancán constituye un rasgo topográfico de gran importancia en la zona, con altitudes cercanas a los 300 msnm” (Pasquel, Montavo, & Viteri, 2003).

### **Suelos**

El suelo que predomina la zona es arcilloso-limoso, producto de depósitos geológicos cuaternarios recientes, de tipo aluvial; lo que denota que son suelos escasamente meteorizados y erosionados, presentan baja retención de humedad y por ende se constituyen de materiales sin presencia de saturación durante la mayor parte del año, se observa un suelo endurecido y fuertemente agrietado, por lo que en periodos de lluvias este suelo se vuelve fangoso (Pasquel, Montavo, & Viteri, 2003).

## Uso de Suelo

EL área está representada según la base de geográfica del MAGAP-IGM-IEE de la Figura 4, por cultivos de ciclo corto (maíz duro), pasto cultivado, vegetación arbustiva seca, mosaico agropecuario, bosque seco y bosque húmedo además se muestra una aptitud agrícola con limitaciones ligeras, mecanización y riego fácil/difícil.

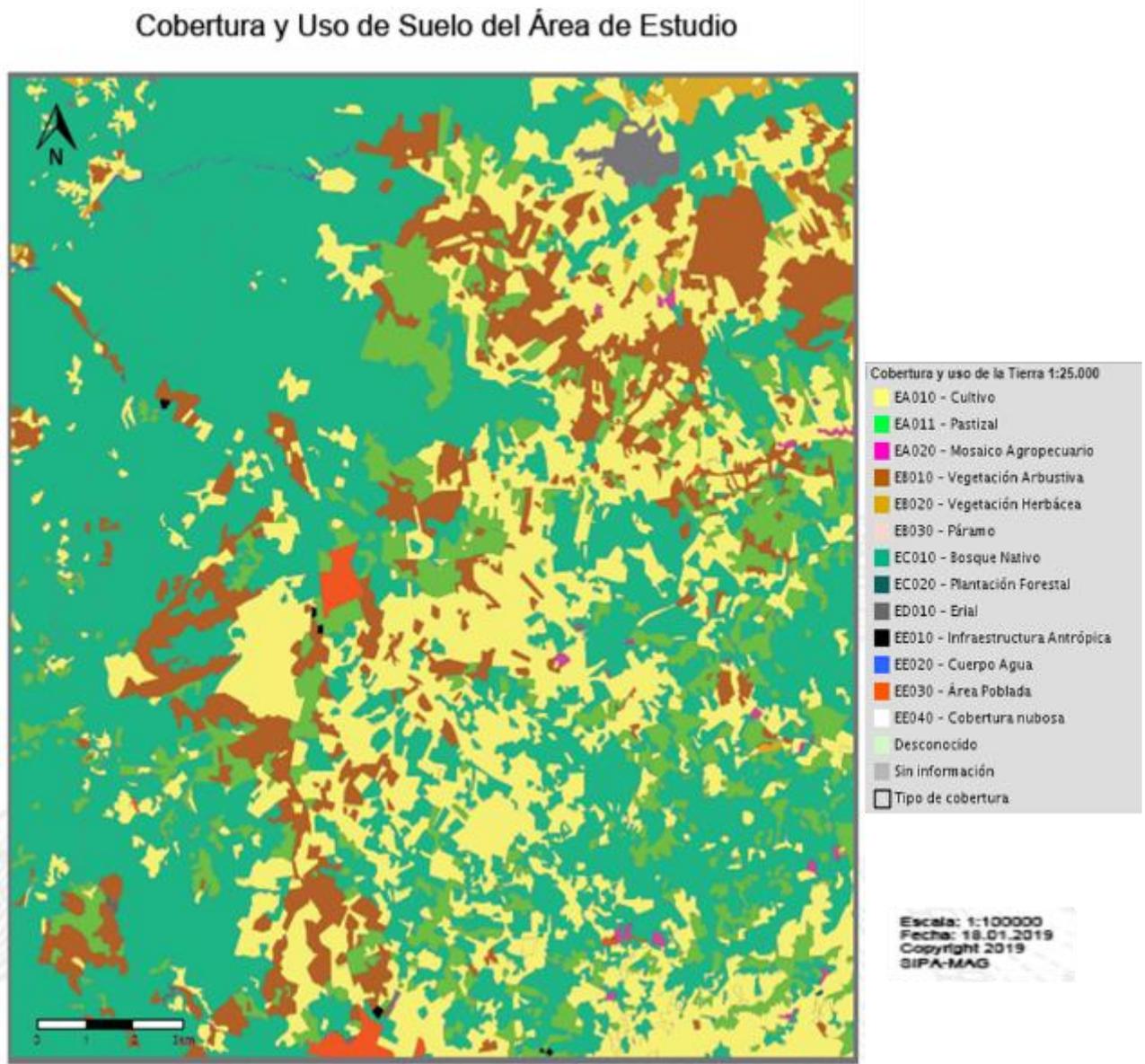


Figura 4 Uso de suelo del área de estudio  
Fuente: MAGAP- Geo portal SIG-Tierras

## Vegetación

La vegetación de la zona en general es característica de suelos secos y semisecos, con plantaciones básicamente de maizales y cierto tipo de fruta o flora endémica como el Ceibo, Moyuyo, Algarrobo, Florón, entre otras especies que generalmente son de bajo consumo hídrico y prolongada retención de humedad (Pasquel, Montavo, & Viteri, 2003). La vegetación presente en las albarradas se describe en la tabla 4.

Tabla 4 Vegetación común presente en la zona de las albarradas

<u>Nombre Científico</u>	<u>Nombre Vulgar</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Nombre Vulgar</u>
<u><i>Acnistusarborescens</i></u>	Cojojo	<u><i>Mimosa acantholoba</i></u>	Uña de gato
<u><i>Alternantherapubiflora</i></u>		<u><i>Scopariadulcis</i></u>	Teatina
<u><i>Amaranthusdubius</i></u>	Rabo de gallo sabanero	<u><i>Muntingiacalabura</i></u>	Frutilla
<u><i>Amaranthusviridis</i></u>		<u><i>Parkinsoniaaculeata</i></u>	parkinsonia
<u><i>Asclepiascurassavica</i></u>	venenito	<u><i>Polygalaleptocaulis</i></u>	pega pega
<u><i>Capparisavicennifolia</i></u>	palo real	<u><i>Plumbago scandens</i></u>	
<u><i>Caricaparviflora</i></u>		<u><i>Vallesia glabra</i></u>	Perlilla
<u><i>Cassiafruticosa</i></u>	Pela caballo	<u><i>Senna spectabilis</i></u>	Malva
<u><i>Ceiba trichistandra</i></u>	Ceibo	<u><i>Ziziphusthysiflora</i></u>	Bejuco de vaca
<u><i>Commelina erecta</i></u>		<u><i>Sida rhombifolia</i></u>	Escoba
<u><i>Cordialutea</i></u>	Muyuyo	<u><i>Sida cordifolia</i></u>	Escoba
<u><i>Crotoneggersii</i></u>	Chala	<u><i>Solanumamericanum</i></u>	Ébano
<u><i>Corchorusorinoscencis</i></u>		<u><i>Ziziphusthysiflora</i></u>	Hierba mora
<u><i>Crotonrivinifolius</i></u>	Chala	<u><i>Solanumamericanum</i></u>	Perlillo
<u><i>Cucúrbita</i></u>	Canutero	<u><i>Vallesia glabra</i></u>	Perlillo
<u><i>Datura innoxia</i></u>	Campana	<u><i>Ziziphusthysiflora</i></u>	Ébano
<u><i>Cupheastrigulosa</i></u>		<u><i>Senna spectabilis</i></u>	Mijar,
<u><i>Egletes viscosa</i></u>		<u><i>Verbesinaencelioides</i></u>	
<u><i>Ipomea carnea</i></u>	Florón	<u><i>Solanumrudepanum.</i></u>	
<u><i>Heliotropiumangiospermum</i></u>			
<u><i>Guazumaulmifolia</i></u>	Guasmo		
<u><i>Ipomoeacrassifolia</i></u>	florón arrastrador		
<u><i>Jacquemontiacorymbulosa</i></u>			
<u><i>Leucaenatrichioides</i></u>	leucaena		
<u><i>Malachraalceifolia</i></u>	malva		
<u><i>Malachrafasciata</i></u>	malva blanca		
<u><i>Ludwigiaoctovalvis</i></u>	clavito		
<u><i>Luffaoperculata</i></u>			
<u><i>Phylacanescens</i></u>	Arrastradora		
<u><i>Malpighia glabra</i></u>	Cerezo		
<u><i>Muntingiacalabura</i></u>	Niguito		
<u><i>Physalisangulata</i></u>	Canutero		
<u><i>Mimosa acantholoba</i></u>	Ebano		
<u><i>Pasiflora foetida</i></u>	Higuerilla		
<u><i>Ricinuscommunis</i></u>	Pepo		
<u><i>Physalis peruviana</i></u>			
<u><i>Plumbago scandens</i></u>			
<u><i>Prosopisjuliflora</i></u>	Algarrobo		

Autor Mendoza Ch. Cinthya M. Adaptación compilatoria de Vegetación descrita en el Proyecto de investigación Comunas y Comunidades con Sistemas de Albarradas descripciones Etnográficas; Álvarez S. G., Bazurco, Burmestre, González, & Escobar 2004, pág. 475-485

#### **1.4.1.1.3. Sistema Socioeconómico**

##### **Servicios**

La comuna en general cuenta con pocos servicios, de los cuales en el recinto Sancán funciona un centro médico, dos escuelas y un colegio; en el recinto San Francisco de Afuera se encuentra una escuela, además cuentan con una cooperativa de transporte que realizan su recorrido principalmente a Jipijapa, también existe servicio de taxi moto (transporte de una o dos personas) en el cual se movilizan los pobladores de los recintos como San Francisco, Loma el Jardín entre otros (Alvarez, Bazarco, Burmestre, Gonzalez, & Escobar, 2005).

La posibilidad de obtener agua dulce en temporada de sequía en la zona son muy bajas, los pozos de pocos metros realizados en los aluviones de los ríos circundantes y esteros, no alcanzan para cubrir las necesidades de la zona y proporcionan agua de mala calidad, por lo cual el líquido es suministrado a la zona a través de camiones tanqueros o Albarradas (Pasquel, Montavo, & Viteri, 2003).

##### **Economía**

La actividad económica más importante, es la venta de tortillas de maíz y yuca que se llevan a cabo al borde de la carretera, con una venta aproximada de 200 a 300 tortillas al día; así también la producción y venta de ladrillos que se elaboran en la comuna, habiendo un total de 12 ladrilleras aproximadamente; otra de las actividades que apoyan la economía familiar es la cría de animales domésticos, tanto para consumo o venta; en la antigüedad el sustento principal de las economías familiares era la ganadería y agricultura, otro soporte importante era la venta de lana de ceibo para colchones y almohadas, venta de sogas de zapan y de Bototillo (Alvarez, Bazarco, Burmestre, Gonzalez, & Escobar, 2005, pág. 466).

## **Producción**

La agricultura es la mayor parte de sus ingresos a través de la venta de maíz, zapallo, algodón, higuera, entre otros productos agrícolas que siembran en sus chacras; la siembra que se lleva a cabo en época de lluvia (enero, Febrero) comúnmente es de ciclo corto, entre los que destacan principalmente el maíz, frejol, zapallo, maní y en menor medida maíz amarillo y yuca, destinada para la elaboración de tortillas; antiguamente la mayoría de población vivía de la ganadería, actualmente pocas son las familias que cuentan con generalmente para consumo doméstico de la leche (Alvarez, Bazurco, Burmestre, Gonzalez, & Escobar, 2005, pág. 463).

Otro factor productivo que genera ingreso familiar es la actividad artesanal entre estas se puede mencionar la ebanistería, la fabricación de ladrillos entre otros, actualmente la población central de Sancán es de 1 328 habitantes, se calcula que la población económicamente activa es aproximadamente el 35% dentro de este grupo se ubican los productores de ladrillos (Alvarado, 2018, pág. 26).

### **1.5. HIPÓTESIS**

- Hipótesis 1:
  - La media del ICA de Sancán es mayor (Buena Calidad) a la media del ICA de San Francisco
  - La media del ICA de Sancán es menor (Baja Calidad) a la media del ICA de San Francisco
- Hipótesis 2:
  - No hay diferencia significativa en las medidas de índice de calidad entre las albarradas La Grande-Sancán y La Albarrada San Francisco de Afuera
  - Hay una diferencia significativa en las medidas del índice de calidad entre las albarradas La Grande-Sancán y La Albarrada San Francisco de Afuera

## 1.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 5 Descripción de la operacionalización de las variables

	VARAIBLES	Indicadores	Escala de medición/ Unidades	Definición Operacional
INDEPENDIENTE	Parámetros de Calidad de agua	Temperatura	°C	Se realizará la medición “in situ” de los parámetros pH, temperatura, TDS, conductividad y salinidad, con un equipo Multiparámetro APERA-P060, previamente calibrado Los restantes parámetros fueron refrigerados y llevados al Laboratorio para su correspondiente análisis.
		pH	pH	
		Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /l	
		SDT	mg/l	
		Turbiedad	NTU	
		Coliformes	N.º/100ml	
		Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
Fosfatos	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>			
DBO5	mg/l			
INDEPENDIENTE	Parámetros de determinación de Volumen disponible	Área	m <sup>2</sup>	Se realizó recorrido alrededor de las albarradas lo más cercano a la orilla, con ayuda de aplicación celular GEOUTM se obtiene un polígono aproximado del área. Para el volumen se tomó en consideración la opinión de los pobladores, adicionalmente de los datos de profundidad tomados con disco Secchi
		Profundidad	m	
INDEPENDIENTE	Imágenes Satelitales	LandSat 8		Se obtiene las imágenes satelitales desde páginas web especializadas en generar este tipo de información
		Sentinel 2A		
DEPENDIENTE	Índice de Calidad de Agua.	ICA-NSF		$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$
		Subj: Índice de calidad para el parámetro i. wi: Coeficiente de ponderación del parámetro i.	Excelente 91 a 100 Buena 71 a 90 Regular 51 a 70 Mala 26 a 50 Pésima 0 a 20	
DEPENDIENTE	Calculo de volumen	Área y Profundidad	m <sup>3</sup>	V= A x h
	Relación de calidad de agua y el volumen	Investigaciones científicas		Revisión Bibliográfica
	Encuesta	Población		Se obtuvo el tamaño de la muestra mediante calculo estadístico
	Análisis de condiciones del área de influencia de las albarradas	Imágenes satelitales		Combinación de Bandas Visualización de las áreas cercanas

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

## CAPÍTULO II

### 2.1. ANTECEDENTES

Existen varios estudios realizados a nivel global asociados a la determinación de la calidad del agua en ríos, lagos, a través de los ICA's, en la actualidad son pocos los estudios con el objetivo de determinar el Índice calidad de agua en Albarradas/Jagüeyes, dentro del territorio ecuatoriano.

En el trabajo denominado "Evaluación de la calidad del agua basada en el método del índice de calidad del agua en el lago Poyang: el lago de agua dulce más grande de China" realizado por Wu, et al. (2017), tienen por objetivo ilustrar las condiciones de calidad del agua y las variaciones espaciales y temporales en el lago; los resultados obtenidos de 2009 a 2014; la calidad del agua se calificó como "moderada" y "buena", también existen variaciones del valor promedio en verano fue 36.66, más bajo y en invierno se presentó el más alto(45.73); relación entre nivel de agua y calidad se presentó una amplia variación a lo largo de las cuatro estaciones en el Lago Poyang; la fluctuación del nivel del agua (WLF) en los lagos poco profundos se ve afectada en gran medida por las condiciones climáticas regionales y las actividades humanas.

En la investigación realizada por Pérez G, Arriola, García, Saldaña, & Mendoza (2016), denominada Evaluación de la Calidad del Agua de Cuatro Jagüeyes del Parque Estatal "Flor del Bosque", Puebla, México se realizó un análisis de agua en cuatro jagüeyes, en donde se determinaron 20 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, dando como resultados que el ICA-NSF presento fueron valores entre 34.29 y 45.50, en todos los casos, lo que corresponde a un agua de mala calidad, es importante considerar que esta agua es utilizada para el riego de las zonas boscosas y para el consumo de los animales que habitan en la reserva del parque, como conclusión obtuvieron que la contaminación microbiológica dado que está directamente asociada a enfermedades hepáticas y gastrointestinales.

En el trabajo de Aguirre, Vanegas, & Garcia (2016), que lleva por título “Aplicación del Índice de Calidad del Agua (Ica), Caso De Estudio: Lago De Izabal, se basa en los registros de variables físico químicas del agua, en el periodo 2005-2014, el estudio representó el promedio de evaluaciones bimestrales de calidad del agua en época seca y lluviosa, evaluando 5 indicadores (pH, temperatura, %OD, nitratos y fósforo total )de los 9 del ICA-NSF, obteniendo como resultado del ICA en época seca el 10,5% indicaron una calidad de agua excelente, 84% buena y el 5,5% como regular; en época lluviosa el 4,3% excelente, mientras que el 86,3% buena, y el 9,4% como regular; se concluyó que la calidad del agua del lago presentó una leve tendencia a la disminución en la época lluviosa y en Río Obscuro, tanto en época seca como lluviosa se clasificó como regular.

Alarcón P & Ñique A (2014), en su trabajo “Índice de calidad del agua según NSF del humedal laguna Los Milagros (Tingo María, Perú)”, el lago aparece bajo unas condiciones climáticas caracterizadas por poca estacionalidad, el muestreo realizado fue sistemático de tal manera que se realizó una vez al mes durante los cuatro meses en cada estación de muestro, estas fueron seleccionadas por ser áreas donde se realizan actividades antrópicas, los resultados obtenidos al comparar estos datos con los establecidos en ICA-NSF, resulta que el agua del humedal laguna Los Milagros es de calidad media o moderada, ya que se encuentra el valor obtenido fue de 62 corresponde a una calidad media.

Garcés & Flórez (2014), Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua en la ciénaga de Betancí, Departamento de Córdoba - Caribe Colombiano, se realizaron muestreos mensuales durante los meses de febrero de 2011 a enero de 2012, se tomaron muestras aleatorias en campo de las variables a implementar en el ICA-NSF obteniendo como resultado que durante el periodo de aguas bajas se registró una condición de calidad mala del agua (ICA= 46.4), mientras que en aguas altas se presentó una calidad media(ICA= 54.1).

En el trabajo realizado por Alobaidy, Abid, & Bahram K. (2010), denominado índice de calidad del agua (WQI), el cual se aplicó en el lago Dokan, región de Kurdistán, Irak, utilizando diez parámetros para la determinación de la calidad los resultados indicaron que la calidad del agua del lago disminuyó de buena entre los años 1978 al 2008 a pobre en 2009, el impacto de varias actividades antropogénicas como las descargas domésticas y las actividades agrícolas, además de los dos últimos años de sequía, son las principales amenazas para la calidad del agua del lago Dokan, concluyendo que el monitoreo del lago es necesario para el manejo adecuado, la aplicación del WQI también se sugiere como una herramienta muy útil que permite al público ya los tomadores de decisiones evaluar la calidad del agua de los lagos en Iraq.

A nivel nacional los estudios en los que se aplica los ICA

Yáñez F. (2018), en su trabajo de titulación “Evaluación de la contaminación del agua mediante parámetros fisicoquímicos en las desembocaduras de los principales afluentes y efluente del lago san pablo, provincia de Imbabura, (AÑO 2017)”, Se cuantifico la contaminación del agua en los afluentes “vertiente Preñadilla”, río Itambi y en el efluente “Desaguadero” mediante parámetros fisicoquímicos determinando el ICA NSF en época de estiaje en los meses de julio hasta septiembre; los resultados obtenidos muestran que el río Itambi presenta un ICA de 46,56 de agua mala , la Vertiente Preñadilla, presenta un ICA medio de 59,16,y. el Desaguadero presenta un ICA de 55,67 de calidad media, concluyendo que existen fuentes de contaminación puntual que ingresan a las vertientes, por lo que el Lago es afectado por los aportes.

Nicola R & Proaño Á.(2017), en su trabajo de titulación “Aplicación De ICA’s para Valorar la Calidad de las Aguas de Consumo del Ganado Aviar en la Granja Zambrano, Chone Manabí”, se evaluó la validez de la estimación de la calidad del agua a través el ICA-NSF, Salvador y Torres, estableciendo diferentes fuentes de agua, demostrando que los tres ICA’s estudiados tienen validez, reflejando que el ICA-NSF calidad media para el agua subterránea y potable de 50,6 y 61,19 y 47,56 para río, el ICA-Salvador arrojó una calidad mala para agua subterránea y río de 49,71 y 39,44 respectivamente y regular en agua potable de 59,46 y el ICA-Torres presentó una calidad pobre 13,88 para el agua subterránea y alerta en agua potable y de río de 19,59 y 21,48, se establece también que las enfermedades en las aves se debe al consumo de agua de mala calidad.

En el trabajo de Quiroz Fernández, Izquierdo Kulich, & Menéndez Gutiérrez, (2017) denominado “Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo”, el objetivo del trabajo es evaluar la calidad del agua del río mediante la aplicación del ICA (NSF), tomando como referencia para el muestreo los distintos puntos a lo largo de su cauce estableciéndose cuatro puntos de muestreo y tres períodos como resultado se obtuvo que la calidad del agua va disminuyendo en la trayectoria del cauce del río, en el orden promedio de 59.18; 50.28 (calidad media); 42.88 y 34.76 (calidad mala) desde el punto 1 al punto 4 respectivamente concluyendo que en ninguno de los períodos en que se tomaron muestras en todo el tramo evaluado, los resultados arrojaron valores de ICA que permitieran considerar el agua como de buena calidad.

En la investigación de Carrillo Alvarado & Urgilés Calle, (2016) “DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF DE LOS RÍOS MAZAR Y PINDILIG” abarca un estudio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de los ríos Mazar y Pindilig, y sus relaciones con los caudales a fin de determinar su calidad, tomando muestras para obtener mayor representatividad en la calidad durante el periodo de mayo-noviembre 2015; los resultados de la calidad de agua presenta un deterioro a medida que avanza aguas abajo, considerando que el agua está ligeramente contaminada, excepto cuando se registran altas precipitaciones donde es moderadamente contaminada debido a que las altas precipitaciones producen una escorrentía que arrastra una alta carga contaminante y en estiaje disminuyen.

## 2.2. MARCO TEORICO

### 2.2.1. Ciclo hidrológico

Toda el agua disponible en el planeta es parte de un ciclo (Figura 5). El desarrollo de la ciencia y de la tecnología para uso y manejo del agua deben orientarse a la búsqueda de un mejor aprovechamiento de este recurso en sus diversas fases y formas dentro del ciclo hidrológico (FAO, 2013)

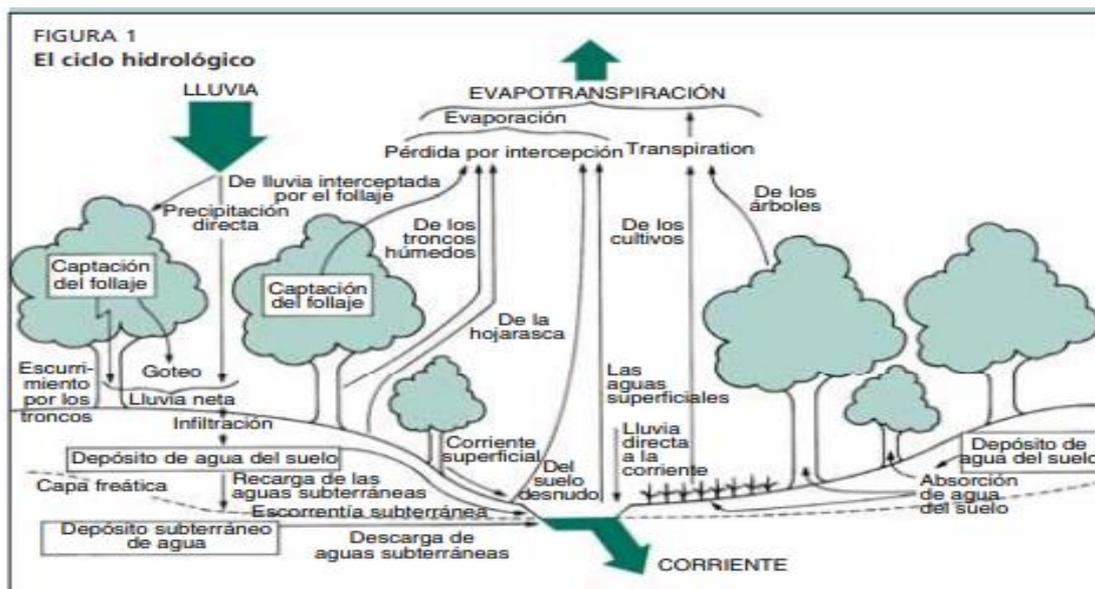


Figura 5 Ciclo Hidrológico

Fuente: Los Bosques y el Agua Hamilton et al. 2009

### 2.2.2. Albarradas

Las investigaciones históricas señalan que el término “albarrada” es usado en Ecuador a partir del siglo XX; estos humedales eran conocidos hasta entonces como jagüeyes, jagüey o jagüel, término indígena panamericano que se extiende desde los Estados Unidos hasta Argentina (Marcos & Álvarez, 2016).

Las albarradas o jagüeyes son estructuras hidráulicas de tierra, poseen forma de herradura que permiten captar y almacenar en pequeños embalses el agua proveniente de los riachuelos que se forman cuando llueve (escorrentías), constituyendo reservorios de agua dulce que a la vez recargan los acuíferos y el nivel freático, de manera tal, que la comunidad cuente con agua (Maldonado, 2013).

Según CERVANTES (1994), “Las albarradas o jagüeyes son lagunas, con aparente similitud con los lagos; su existencia puede corresponder a cualquier origen, drenaje y dimensiones, permanecen relativamente estancados y son un tanto inestables, con variaciones en el nivel de agua; pueden ser temporales o permanentes, dependiendo del régimen pluvial; estos depósitos poseen una profundidad media menor a los 8 metros y de forma cóncava” (Botero, Velasquez, Espitia, & Lacayo, 2009, pág. 73).”

“A los jagüeyes también se los define como cuerpos de agua epicontinentales lénticos, cerrados, sin conexión con ríos o mar, que sólo conservan su nivel de agua a través de mantos freáticos y precipitación pluvial” (Hoz Z. & Espino, 2001).



Figura 6 Elementos que conforman un sistema de Albarradas

Fuente: (Álvarez & Zulaica, *Servicios Ecosistemicos de las Albarradas en la Peninsula de Santa Elena*, 2016b)

Este sistema complejo e integral cumple múltiples funciones actualmente abastecen de agua dulce a muchas poblaciones; sostienen la debilitada presencia del bosque y matorral seco tropical tumbesino; además continúan recargando los acuíferos; y responde a un modelo cultural local de manejo de la biodiversidad adaptado a las condiciones de variabilidad climática regional; constituyendo un patrimonio tecnológico, ecológico y cultural de alto valor económico y simbólico para las comunidades de la costa (Álvarez & Zulaica, 2015a, pág. 187).

### 2.2.2.1. Estructura de las albarradas

La estructura según (Álvarez & Zulaica, 2016b), se compone de: un muro de tierra que contiene el agua, constituido principalmente por la compactación y cimentación manual o mecanizada de suelos de la zona de emplazamiento; un vaso que contiene y retiene el agua de lluvia y de escorrentía; una zona de entrada de agua, constituida generalmente por un área o canal cuya función es desviar y orientar el agua superficial hacia el vaso; y un área de desfogue localizada estratégicamente en un sector de la estructura, cuya función es liberar rápidamente el excedente de agua y evitar el impacto de la fuerza del agua sobre los muros (pág. 7).

Marcos (2004), establece que “estas construcciones son de tierra y presentan formas variadas: circulares, semicirculares o circular alargada (Álvarez & Zulaica, 2015a, pág. 186).

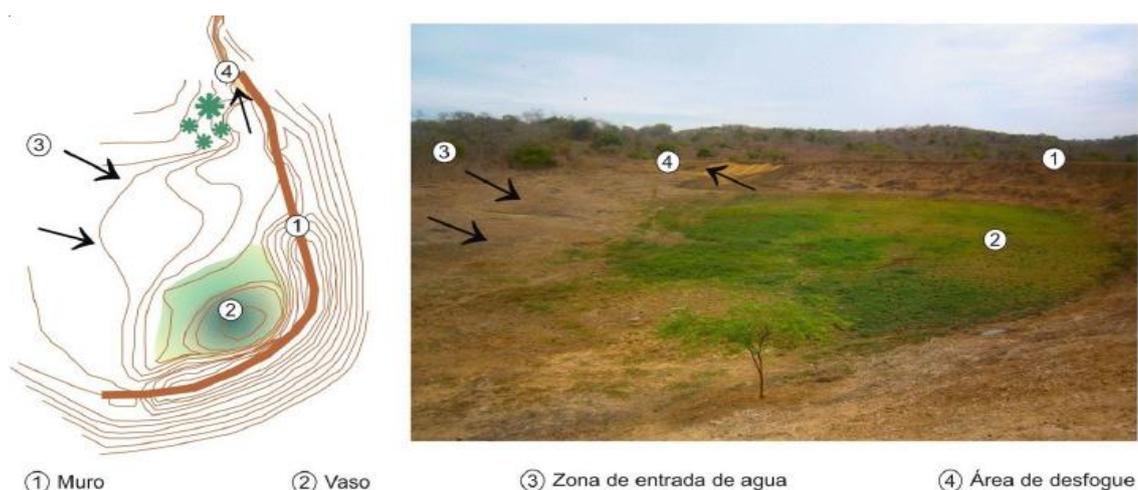


Figura 7 Estructura de las Albarradas

Fuente: *SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LAS ALBARRADAS EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA, ECUADOR* (Álvarez & Zulaica, 2015a)

Según Marcos y Tobar (2004), especifican que estas estructuras, se llenan mediante un proceso de lenta acumulación de agua de lluvia proveniente de las escorrentías que bajan de las elevaciones cercanas, o con el agua de pequeños cauces que corren durante la estación lluviosa (llamados localmente chorrillos, mangas o manguitas), pudiendo pertenecer a un orden fluvial uno o inicial (Álvarez & Zulaica, 2015a).

### 2.2.2.2. Importancia de las albardadas

“Las albardadas tienen una función social importante en el sentido de mejorar las condiciones de existencia de los asentamientos humanos garantizando la provisión de agua” (Maldonado, 2013).

Según Guzmán & Palerm (2005), “Las Albardadas o Jagüeyes son clasificados como embalses permanentes que conservan un volumen remanente todo el año”; en el cual, el tiempo de permanencia y la calidad del agua de estos sistemas depende directamente de tres factores principales:

- a) la organización comunitaria para su cuidado,
- b) la cultura para el mantenimiento y valorización,
- c) los factores ambientales como la precipitación, la evaporación y el
- d) escurrimiento superficial, así como de otros procesos secundarios como flujo de agua subterránea, pérdidas por filtración y captura de agua por la vegetación aledaña a los jagüeyes (Bazurco & González, 2005, pág. 22).

La calidad y equidad relacionadas con el consumo de agua proveniente, se convierte en un uso extendido dentro de las poblaciones rurales, y en una amplia gama de actividades productivas; por lo cual su impacto social debe medirse tanto por la cantidad de usuarios a los que beneficia, como por el conjunto de necesidades que es capaz de cubrir de manera efectiva y sostenible, tabla 6 (Valdez, 2006).

Tabla 6. Aportes de los Sistemas de Albardadas

<i>Ámbito reproductivo</i>	<i>Ámbito productivo</i>	<i>Entorno Ambiental</i>
<b>Tareas domésticas (limpieza. lavado de ropa. aseo persona! para letrinas)</b>	Abrevadero de ganado (vacuno. caprino. porcino. caballar. etc.) y otros animales domésticos	Preservación de la calidad y cantidad de agua requerida para la salud de los ecosistemas locales
<b>Consumo humano de agua dulce</b>	Agricultura de subsistencia cultivos de ciclo corto.	Renovación del flujo anual de agua dulce Gestión de la intensificación cíclica del flujo de agua con el fenómeno El Niño
<b>Actividades sociales y recreativas</b>	Actividades extractivas no tradicionales (yesera. Ladrillera, carbón)	Sistema efectivo para la recarga de los acuíferos
<b>Área de recolección de plantas medicinales</b>	Acuicultura camarones. tilapias. chame. etc.) y caza palomas y venado)	Preservación de la biodiversidad local en su entorno (plantas y animales)

Fuente. Valdez (Agricultura Ancestral Camellones y Albardadas: Contexto social, usos, retos del pasado y presente, 2006)

### **2.2.2.3. Ecología de las Albarradas**

Las albarradas contribuyen a la renovación del flujo de agua, recargando los acuíferos, son considerados mitigadores del cambio climático; sirve de soporte para la biodiversidad local, generalmente en la superficie del agua de las albarradas se siembran plantas oxigenan, protegen de la evaporación, mantienen fresca y coadyuvan a consolidar un pequeño ecosistema acuático, así mismo, se siembran árboles en los muros para fortalecerlo y dotar de sombra al lugar (Maldonado, 2013, pág. 1).

MACARTHUR (1997), refiere que “las lagunas temporales y/o jagüeyes son excelentes escenarios para el estudio de las cadenas tróficas”; NRCS (2005), menciona que el fitoplancton juega un papel de gran importancia en el inicio de la trama vital del sistema; el zooplancton que junto a larvas de insectos, crustáceos y renacuajos consumen el fitoplancton, mientras que otros animales como anélidos, poliquetos, decápodos, gasterópodos, e insectos consumen animales más pequeños; la complejidad permite la asociación de diversas plantas, siendo las micrófitos acuáticas las de mayor expresión y un grupo faunístico diverso reptiles, anfibios, aves y en algunos casos mamíferos (Botero, Velasquez, Espitia, & Lacayo, 2009, pág. 73).

### **2.2.2.4. Albarradas como sistema social**

Según el Centro de Estudios Arqueológicos y Antropológicos de la Universidad ESPO de Guayaquil, s.f., las albarradas construidas por la sociedad y conectadas entre sí mantienen una fuerte interacción con las comunidades de plantas y animales, ya que existe una alta capacidad social de trabajo organizado colectivamente, conocimiento acumulado sobre el manejo del ambiente, a través de la narración de sus vecinos, usuarios y autoridades.

A su vez, las albarradas imprimen normas, valores y conductas que orientan la gestión de los recursos naturales, esto debido a que presentan una cuenca aportante, existe un conocimiento del régimen hidrológico, de los flujos de entrada de agua, gradiente de los terrenos, escorrentías de agua de lluvia y de los suelos apropiados para su funcionamiento (Centro de Estudios Arqueológicos y Antropológicos de la Universidad ESPO de Guayaquil, s.f.).

### 2.2.2.5. Sustentabilidad de las albarradas

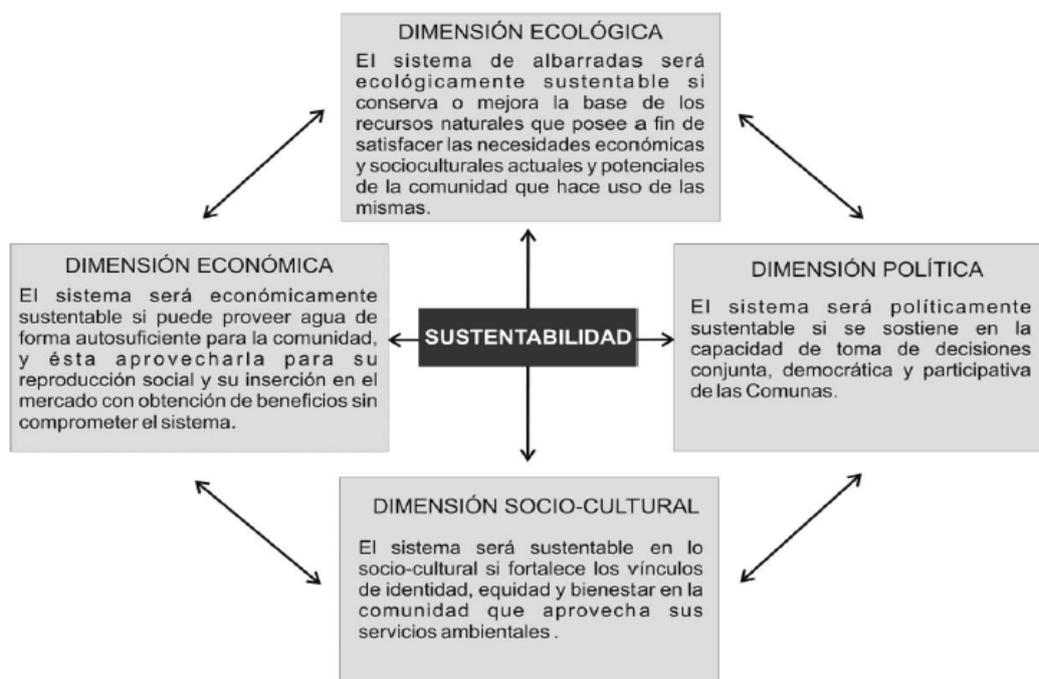


Figura 8 Sustentabilidad de las albarradas.

Fuente: (Álvarez & Zulaica, *Indicadores de sustentabilidad en sistemas de albarradas: aportes metodológicos*, 2015a)

### 2.2.2.6. Causas del deterioro de las albarradas

“La sustentabilidad de estos sistemas se encuentra expuesta a riesgos de orden ambiental y sociocultural” (Álvarez & Zulaica, 2015a, pág. 190).

El deterioro del entorno ambiental es una problemática que se encuentra en la región. La Fundación Natura (1983:60), realizó un balance de las condiciones ecológicas afirmando que “ la desertificación es una de las principales consecuencias de la erosión en Manabí, por ejemplo se registran precipitaciones de menos de 20 mm por año, y se estima que el desierto avanza a un promedio de 1.5 km al año, además, la deforestación, la sequedad es una causa muy frecuente de la desertificación en esta provincia (Alvarez, Bazurco, Burmestre, Gonzalez, & Escobar, 2005, pág. 408).

### 2.2.3. Indicadores ambientales.

Castro et al. (2014), expresa que los indicadores ambientales nacen como respuesta a la necesidad de obtener información relevante sobre diversos temas ambientales; los datos obtenidos se deben presentar en un formato que permita su análisis y que sea favorable para el uso de estadísticas (2014, pág. 112), las funciones de los indicadores según la OCDE se describen en la tabla 7.

Tabla 7 Funciones de Indicadores Ambientales

<b>Funciones principales</b>	
De acuerdo con la OCDE, (2003) los indicadores ambientales tienen dos	<p>Reducen el número de mediciones y los parámetros que normalmente se requieran para hacer una representación exacta de una situación, y</p> <p>Simplifican el proceso de comunicación de los resultados de la medición.</p>
<b>De igual forma define indicador, índice y parámetro de la siguiente manera:</b>	
<p><i>Indicador:</i> parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información sobre la descripción del estado de un fenómeno/ambiente/área, con un significado que se extiende más allá de un valor directamente relacionado con un parámetro.</p> <p><i>Índice:</i> un conjunto de parámetros o indicadores agregados o ponderados.</p> <p><i>Parámetro:</i> una propiedad que se mide o se observa. (Castro et al. 2014)</p>	

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

En base a *Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global*, Castro et al. (2014)

Quiroga (2007), manifiesta que los indicadores se han clasificado en 3 tipos:

Tabla 8: Clasificación de Indicadores.

<b>Indicadores</b>	<b>Descripción</b>
<p><b>Primera Generación:</b> (1980 – presente)</p>	<p>Son los aquellos indicadores Ambientales o de Sostenibilidad Ambiental, en el que dan cuenta del fenómeno complejo desde un sector productivo (minería, agricultura, forestal), o bien desde la singularidad o desde un determinado número de fenómenos constitutivos de la complejidad ambiental Como ejemplos, se tiene indicadores ambientales tales como cobertura boscosa del territorio, calidad del aire de una ciudad, indicadores de contaminación de agua por coliformes, indicadores de deforestación, de desertificación o de cambio de uso de suelo</p>
<p><b>Indicadores de desarrollo sostenible</b></p> <p><b>Segunda Generación:</b> (1990 – presente)</p>	<p>Poseen un enfoque multidimensional del desarrollo sostenible. Tratando de avanzar en el diseño e implementación de sistemas de IDS compuesto por indicadores de tipo ambiental, social, económico e institucional</p> <p>El Desarrollo Sostenible es una dinámica muy compleja, que hasta cierto punto no es automáticamente asible desde un sistema de indicadores de varios ámbitos, que están ahí sin “fundirse”, y más bien conservan en forma individual su perfil disciplinar o sectorial</p>

<i>Indicadores</i>	<i>Descripción</i>
<b>Tercera generación: Indicadores de sostenibilidad</b>	Busca producir indicadores transversales o sinérgicos, que en una o pocas cifras, nos permita tener un acceso rápido a un mundo de significados mucho mayor, en los cuales esté incorporado lo económico, social y ambiental en forma transversal y sistemática.  Este tipo de indicadores se encuentran en desarrollo.

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M. en base a Indicadores Ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe, 2007*

### 2.2.3.1. Índices de Calidad de Agua

Como señala Castro, et al. (2014), el ICA es un indicador compuesto que integra información de varios parámetros de los cuales se cuantifica el grado de alteración de las cualidades naturales y se la clasifica para un uso determinado; esta herramienta matemática puede ser usada para transformar grandes cantidades de datos sobre la calidad del agua en una escala de medición única; convirtiéndose en un instrumento fundamental transmitir información sobre la calidad del recurso hídrico a las autoridades competentes y al público en general (pág. 114). La Categoría de los ICA's se describen en la tabla 9.

Según Guillén, Teck, Kohlmann & Yeomans (2012) "El Índice de Calidad del Agua (ICA) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un cercano o igual a 0%, en tanto que el agua en excelentes condiciones tendrá un valor de este índice cercano al 100%" (Guillén et al. 2012; Castro, et al. 2014; Mancera Q., 2016).

*Tabla 9 Descripción de Categorías de ICA*

<i>Categoría</i>	<i>Descripción</i>
<b>Excelentes y Buenas</b>	Pueden soportar una alta diversidad de vida acuática y son apropiadas para todo tipo de recreación y para la toma de agua para potabilización
<b>Medias o Promedio</b>	Poseen menos diversidad de organismos acuáticos y frecuentemente manifiestan un crecimiento anormal de algas
<b>Regular</b>	Pueden soportar una baja diversidad de vida acuática y probablemente experimenten problemas de contaminación
<b>Pobre</b>	Pueden soportar un número limitado de organismos acuáticos, pudiendo esperarse que tengan grandes problemas de calidad Normalmente no se consideran aceptables para actividades que involucren el contacto directo con el agua

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M., Base a (Valcarcel-Rojas et al., 2009; Mancera Q., 2016)*

Aroner (2002), señala que “la metodología básica utilizada en la determinación de las clases de valores del índice de la calidad del agua fue descrita por primera vez por la Agencia de Protección Ambiental” (Castro, Almeida, Ferrer, & Díaz, 2014, pág. 115).

Tabla 10 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos empleado por diferentes ICA

<b>País</b>	<b>Estados Unidos</b>		<b>UNEP-GEMS</b>		<b>Unión</b>	<b>España</b>	<b>Brasil</b>		<b>Colombia</b>	
<b>Índice</b>	ICA- NSF 1970	ICA- Dinius 1987	DWQI HWQ 12007	AWQ 12007	UWQ 12007	ISQA 1982	IPA IQA 1975	ISTO 2002	ICA Rojas 1991	ICAUCA 2004
<b>Parámetro</b>										
<b>OD</b>		x			x	x	x		x	x
<b>pH</b>	x	x		x	x		x		x	x
<b>DBO</b>	x	x			x		x		x	x
<b>Nitratos</b>	x	x	x		x					
<b>Coliformes Fecales</b>	x	x					x		x	x
<b>Temperatura</b>	x	x				x	x			
<b>Turbiedad</b>	x						x		x	x
<b>TDS</b>	x						x		x	x
<b>Fosforo Total</b>					x		x			x
<b>Cadmio</b>			x		x		x			
<b>Mercurio</b>			x		x		x			
<b>Conductividad</b>		x								
<b>Solidos Suspendidos</b>										x
<b>Color</b>		x								x
<b>Nitrógeno Total</b>							x			x
<b>Cloruros</b>		x		x						
<b>Plomo</b>			x				x			
<b>Cromo Total</b>			x				x			
<b>Arsénico</b>			x		x					
<b>Fluoruro</b>			x		x					
<b>Manganeso</b>			x				x			
<b>Zinc</b>					x				x	
<b>Coliformes Totales</b>		x				x			x	
<b>DQO</b>							x			
<b>Alcalinidad</b>		x								

Fuente (Torres, Cruz, & Patiño, 2009, pág. 88).

### 2.2.3.2. Usos de los ICA's

De acuerdo con Ott (1978), citado en Mancera Q. (2016), los posibles usos de los índices de calidad de agua se describen en la tabla 11:

Tabla 11 Usos de los ICAs

<i>Usos</i>	
<p><b>Manejo del recurso:</b> pueden proveer información a personas que toman decisiones sobre las prioridades del recurso.</p> <p><b>Aplicación de normatividad:</b> permite determinar si se está sobrepasando la normatividad ambiental y las políticas existentes</p> <p><b>Información pública:</b> los índices pueden tener utilidad en acciones de concientización y educación ambiental.</p>	<p><b>Clasificación de Áreas:</b> para comparar el estado del recurso en diferentes áreas geográficas.</p> <p><b>Análisis de la tendencia:</b> el análisis de los índices en un periodo de tiempo, pueden mostrar si la calidad ambiental está empeorando o mejorando.</p> <p><b>Investigación Científica:</b> simplificar una gran cantidad de datos de manera que se pueda analizar fácilmente y proporcionar una visión de los fenómenos medioambientales.</p>

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M. basado en Mancera Q. (2016), Fuente (OBTENCIÓN DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA LAS CIÉNAGAS QUE FORMAN PARTE DE LA ZONA INUNDABLE DEL RÍO MAGDALENA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO – COLOMBIA, A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI)*

### 2.2.3.3. Beneficios y limitaciones de los ICA's

Actualmente los ICA's aparecen como herramientas útiles para predecir cambios y tendencias en la calidad del agua, a esté se le atribuyen muchos beneficios, aunque también presentan algunas limitaciones, los ICA's tienen interesantes características que permiten una evaluación integral del recurso debido que se derivan matemáticamente, evitando así subjetividades y sesgos (Torres, Cruz, & Patiño, 2009, pág. 82). Tabla 12 se describen los beneficios y limitaciones de la metodología empleada.

Tabla 12 Beneficios y limitaciones de los ICA

<i>Beneficios</i>	<i>Limitaciones</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma información compleja y la sintetiza de manera que la hace fácilmente entendible</li> <li>• Permiten mostrar la variación espacial y temporal de la calidad del agua.</li> <li>• Útiles en la evaluación de la calidad del agua para usos generales</li> <li>• Método simple, conciso y válido para expresar la importancia de los datos generados regularmente en el laboratorio.</li> <li>• Mejoran la comunicación con el público y aumentan su conciencia sobre las condiciones de calidad del agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionan un resumen de los datos.</li> <li>• No proporcionan información completa sobre la calidad del agua</li> <li>• No pueden evaluar todos los riesgos presentes en el agua</li> <li>• Pueden ser subjetivos y sesgados en su formulación</li> <li>• Se basan en generalizaciones conceptuales que no son de aplicación universal</li> <li>• Un solo índice puede no ser indicativo de toda la dinámica del sistema</li> </ul>

*Fuente: Torres, Cruz, & Patiño, (2009) Índices De Calidad de Agua en Fuentes Superficiales Utilizadas en la Producción de Agua para Consumo Humano. una Revisión Crítica pág. 82*

## **2.2.4. Definición de Parámetros Físico, Químicos y Biológicos**

### **2.2.4.1. Temperatura**

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de la vida en un cuerpo de agua; esto se genera a causa de la absorción de la radiación en las capas superiores del líquido, las variaciones de temperatura inciden dentro del ecosistema fluvial, determinando la riqueza y abundancia de los organismos, además de afectar la solubilidad de las sales, los gases en el agua y en general a todas sus propiedades tanto químicas como su comportamiento microbiológico (Marín, 2003; Yáñez F, 2018, pág.6).

Según CARRILLO, (2016), la temperatura en lagos depende de la distribución y del flujo de los rayos solares a lo largo del cuerpo de agua y en los ríos pueden presentar variaciones de temperatura debido a diferentes factores como: profundidad del cauce, altitud, latitud, temperatura del ambiente, hora del día, circulación del aire, nubosidad y fluctuaciones anuales relacionadas con la época de invierno o de estiaje.

Los mismos autores plantean que el impacto ambiental ocasionado a los ecosistemas acuáticos; el incremento la temperatura se reduce la cantidad de oxígeno presente en el agua, produciendo eutrofización y proliferación de organismos patógenos, ocasionando que se acelere las reacciones químicas; usualmente las variaciones de temperatura indican contaminación por descargas de aguas residuales o descargas de las aguas utilizadas en procesos industriales con elevadas temperaturas (Carrillo A. & Ursilés C., 2016, pág. 45)

### **2.2.4.2. Oxígeno disuelto**

El oxígeno es un gas relevante en el agua, los niveles de OD en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas y su solubilidad está en función de varios factores como; temperatura, la cual influye en la velocidad de las reacciones químicas y biológicas; según Tevés (2016) “a mayor temperatura ocurre liberación de oxígeno al medio ambiente y la aceleración de los procesos biológicos que consumen OD”; por lo cual el oxígeno disuelto juega el papel de indicador de la calidad ambiental del agua, la concentración baja de oxígeno en un cauce no puede albergar vida. (APHA, 2012; Yáñez F, 2018, pág. 5).

Cuando se analiza la calidad del agua de una corriente o río; el término porcentaje de saturación a menudo se usa para las comparaciones de la calidad del agua, este porcentaje de saturación es la lectura de oxígeno disuelto en mg/L dividido por el 100% del valor de oxígeno disuelto para el agua (a la misma temperatura y presión del aire) en algunos casos, el agua puede exceder el 100% de saturación y pasa a ser súper saturada por cortos periodos de tiempo (vernier).

Fuentes de oxígeno disuelto, el oxígeno se agrega al agua por: re-aireación donde el oxígeno del aire se disuelve en la superficie del agua, principalmente a través de turbulencias, ejemplos:

Agua al golpear contra las rocas (rápidos, cataratas); Acción de las olas; y

Fotosíntesis (durante el día) las plantas producen oxígeno a través de fotosíntesis; el nivel de OD es generalmente más elevado por la tarde, y más bajo en las horas de la mañana antes de la salida del sol (waterboards, Folleto Informativo).

#### **2.2.4.3. Turbidez**

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide cuántos sólidos (arena, arcilla y otros materiales) hay en suspensión en el agua, es considerada una buena medida de la calidad del agua; mientras más sucia, más alta será la turbidez y menor será su calidad (Lenntech, s.f.).

La turbiedad tiene tanto origen inorgánico (turbiedad aportada por actividades antrópicas); como orgánico (turbiedad aportada por la erosión); para lo cual se mide la luz dispersa de la muestra en un ángulo de 90 grados respecto a la luz incidente NTU (Unidad de turbidez nefelométricas) (Carrillo A. & Ursilés C., 2016, pág. 45).

Según Ramírez, (2011) los altos niveles de turbidez son ocasionadas por las partículas disueltas las cuales absorben el calor de la luz del sol generan un aumento de temperatura del agua, reduciendo la concentración de oxígeno, perdiendo la capacidad de acoger organismos acuáticos (Carrillo A. & Ursilés C., 2016, pág. 46).

#### 2.2.4.4. Potencial de hidrógeno

Carrera & Guevara (2015), especifica que el potencial hidrógeno (pH) es una medida de los iones hidrógeno en la muestra, se determina mediante una escala que varía entre 1 y 14, reflejando así la alcalinidad o acidez de una muestra; cuando el pH es < 7, aguas ácidas; favorecen a la corrosión de piezas metálicas, y si es, >7 Aguas Básicas, producen precipitación de sales insolubles (Yáñez F, 2018, pág. 6).

Gran número de procesos que tienen lugar en las aguas naturales, dependen del pH; los altos o bajos valores del pH pueden romper el balance de los compuestos químicos del agua y movilizan los contaminantes; el pH entre 6 y 9, les permitir crecer y multiplicarse a los organismos el cual debe ser constante siendo este compatible con la vida de los peces e invertebrados de agua dulce; pero si el pH es bajo puede incrementarse la toxicidad del agua debido a que aumenta la solubilidad de metales como: hierro, cobre, zinc níquel, plomo y cadmio, (Carrillo A. & Ursilés C., 2016, pág. 46).

#### 2.2.4.5. Conductividad

Marín, (2003) se refiere que la conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad, es indicativo de la materia ionizable presente en el agua; la conductividad de un agua natural está mediatizada por el terreno que atraviesa y por la posibilidad de disolución de rocas y materiales, el tipo de sales presentes, el tiempo de disolución, temperatura, gases disueltos, pH y toda la serie de factores que pueden afectar la solubilidad de un soluto de agua (Yáñez F, 2018, pág. 5). El incremento de la conductividad y, por lo tanto, de la salinidad del agua, tiene graves efectos sobre el ecosistema fluvial, llegando incluso a una fuerte reducción de la biodiversidad.

*Tabla 13 Conductividad de acuerdo al origen del agua*

<b>Origen</b>	<b>Conductividad del Agua</b>
Agua pura	0.55µS/cm
Agua destilada	0.5 µS/cm
Agua de montaña	1.0 µS/cm
Agua de mar	52 mS/cm
Agua para uso domestico	500-800µS/cm
Max. Para agua potable	10055 µS/cm

*Adaptado de REITEC informe de CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA*

#### 2.2.4.6. Sólidos disueltos totales

La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0  $\mu\text{m}$  (Freire Morán). Campos (2003), se refiere a los sólidos disueltos como los materiales que permanecen en el agua, los cuales resultan de la acción solvente del agua luego de actuar sobre sólidos, líquidos y gases (Yáñez F, 2018, pág. 7).

Los TDS son un indicador de las características del agua que puede determinar la presencia de contaminantes químicos ;las altas cantidades de sólidos disueltos totales puede cambiar la calidad del agua, provocando que esta tenga un sabor amargo a metal o salado; además, afecta la penetración de luz en la columna de agua y la absorción, la medida SDT, tiene como principal aplicación el estudio de la calidad del agua de los ríos, lagos y arroyos (Carrillo A. & Ursilés C., 2016, pág. 48).

#### 2.2.4.7. Demanda bioquímica de oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno es la medida que representa la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias para oxidar o estabilizar la materia orgánica, bajo condiciones aeróbicas durante 5 días a 20°C; la cual tiene una relación directa con la cantidad de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua (Carrillo A. & Ursilés C., 2016, pág. 47).

*Tabla 14 Niveles de DBO5 y consecuencias en el agua*

<i>Nivel de DBO5</i>	<i>Consecuencia</i>
<b>ALTO</b>	Oxígeno se agota más rápido, reduciendo su cantidad Alta demanda de oxígeno por parte de las bacterias. Organismos acuáticos gravemente afectados; se estresarán, sofocarán y morirán.
<b>BAJA</b>	Al no haber materia orgánica, no hay muchas bacterias y el OD será mayor

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M. Fuente Carrillo A. & Ursilés C., 2016 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF DE LOS RÍOS MAZAR Y PINDILIG.*

#### **2.2.4.8. Nitratos y Nitritos**

Gómez et al. (2014), afirma que los sistemas que no son receptores de aguas residuales; las altas concentraciones de nutriente se deben a la descomposición de la materia orgánica nitrogenada, proveniente de la muerte de algunas especies acuáticas, por lo anterior también plantea Pacheco & Cabrera, 2003 que proviene de las proteínas de las plantas y excretas de animales (Alarcón P & Ñique A, 2014, pág. 104).

Según Carrera (2011), los fenómenos de eutrofización de lagos, pueden estar relacionados directamente las concentración de nitratos en el agua, se forman en la naturaleza por la descomposición de los compuestos nitrogenados como las proteínas y la urea, estas sustancias químicas que se encuentran naturalmente en los suelos en pequeñas cantidades; los fertilizantes y las aguas negras también son fuentes de nitratos; y su presencia en altas concentraciones en agua de consumo es riesgosa para la salud (Yaguachi, 2013; Yáñez F, 2018, pág. 7).

Según APHA (2012), “El nitrito es un estado intermedio de la oxidación del nitrógeno, tanto en la oxidación del amoníaco a nitrato como en la reducción del nitrato”; Marín (2003), plantea que “la presencia de nitritos en un agua suele indicar una contaminación de carácter fecal reciente, en aguas superficiales bien oxigenadas, la concentración de nitritos no suele superar los 0,100 mg/l”; Solís et al. (2011), asegura que el mayor impacto de los nitratos y nitritos en cuerpos de agua dulce es la fertilización que conduce a la eutrofización, cuando los niveles de nitrógeno excesivos pueden causar una sobreproducción de algas y plancton, el consumo y el agotamiento eventual de oxígeno pueden conducir a la asfixia de otros organismos (Yáñez F, 2018, pág. 8).

#### **2.2.4.9. Coliforme fecales**

Las bacterias coliformes son un grupo de bacterias que es de origen fecal (intestino de hombre y animales) específicamente *Escherichia Coli*, que se utilizan como indicadores de contaminación; tienen la capacidad de crecer a temperaturas elevadas y permiten detectar la existencia de heces en el agua, estos microorganismos son capaces de producir enfermedades indicando que existe contaminación de tipo microbiológica; (Carrillo A. & Ursilés C., 2016, pág. 49).

#### **2.2.4.10. Salinidad**

La salinidad es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua, se mide en gramos/litro (g/l) o partes por mil (ppt) en agua salada; en aguas dulces se utilizan con frecuencia las cantidades totales de sólidos disueltos en vez de la salinidad (waterboards, Conductividad Eléctrica/Salinidad).

Concentración es la cantidad (por peso) de sal que hay en el agua, y puede ser expresada en partes por millón (ppm), he aquí los diferentes tipos de agua: Agua Dulce - menos de 1 000 ppm Agua levemente salada - Desde 1 000 ppm hasta 3 000 ppm; Agua moderadamente salada- Desde 3 000 ppm a 10 000 ppm; Agua altamente salada - Desde 10 000 ppm a 35 000 ppm (Bergman., 2001).

A partir de concentraciones mayores de 1.500 mg/l de sales se notan los efectos sobre la biota fluvial y, en el caso de riego con esta agua, en los cultivos. Si se sobrepasan los 2.000 mg/l, se reduce fuertemente la biodiversidad dentro del agua (cma).

#### **2.2.4.11. Color**

AYORA (2010), define que el color del agua se debe fundamentalmente a diferentes sustancias coloreadas en suspensión o disueltas en ellas generalmente en aguas naturales el color proviene de la descomposición de vegetales, así como también de productos y metabolitos orgánicos que se encuentran en ellas pág.3. Esta característica del agua puede estar ligada a la turbidez o presentarse independiente de ella; se considera que el color natural del agua puede originarse por las siguientes causas: 1) La descomposición de la materia; 2) La materia orgánica del suelo; 3) La presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos (Pradillo, 2016)

En lagos y embalses suele existir una relación directa entre el pH y el color, de forma tal en la que cuando aumenta el pH también lo hace el Color, en estos sistemas el color de agua profunda durante la época de estratificación térmica es marcadamente más alto al del agua superficial (Ayora, 2010, pág. 3).

#### **2.2.4.12. Hierro**

Por lo general, no produce trastornos en la salud en las proporciones en que se lo encuentra en las aguas naturales. La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua, así como alteraciones en la turbidez y el color del agua. Tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico (Pradillo, 2016).

#### **2.2.4.13. Sulfatos**

Es un componente natural de las aguas superficiales y, en general, no se encuentran en concentraciones que puedan afectar a su calidad, pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua; los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor amargo al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas le confiere propiedades corrosivas (Pradillo, 2016).

#### **2.2.5. Riesgos del Consumo de Agua estancadas**

Las principales fuentes son las explotaciones ganaderas, agrícolas y las zonas urbanas, lo que puede provocar enfermedades intestinales en personas que la consuman (Carrillo A. & Ursilés C., 2016, pág. 49).

Bacterias, virus, protozoos y algas pueden contaminar el agua y transmitir, en consecuencia, enfermedades intestinales por el contacto con desechos humanos o animales. Entre las enfermedades de este tipo más habituales se hallan las provocadas por bacterias como *Vibrio cholera* (causante de cólera); *Campylo bacterjejuni* y *Yersinia enterolitica* (que provocan gastroenteritis agudas y diarreicas) y *Shigela* (causante de disentería), fiebre Tifoidea; las aguas superficiales se convierten, junto con los alimentos, en otra fuente importante de infecciones bacterianas (Chavarrias, 2009).

El consumo de aguas estancadas desde lagunas o lagos en épocas de verano puede provocar intoxicación por cianobacterias u otro tipo de patógenos, lo cual causaría la muerte de varios animales (Contexto Ganadero, 2018).

## 2.2.6. Volumen

El volumen es un parámetro morfométrico, siendo un aspecto fundamental para la calidad del agua (Botero, Velasquez, Espitia, & Lacayo, 2009). El volumen es la cantidad de litros de agua que tendrá un lago o estanque, para el cual se debe de tener en cuenta la forma del reservorio, pero siempre basándose en la ecuación 1. También existen métodos indirectos mediante usos de Softwares, que permiten calcular el volumen de agua retenida.

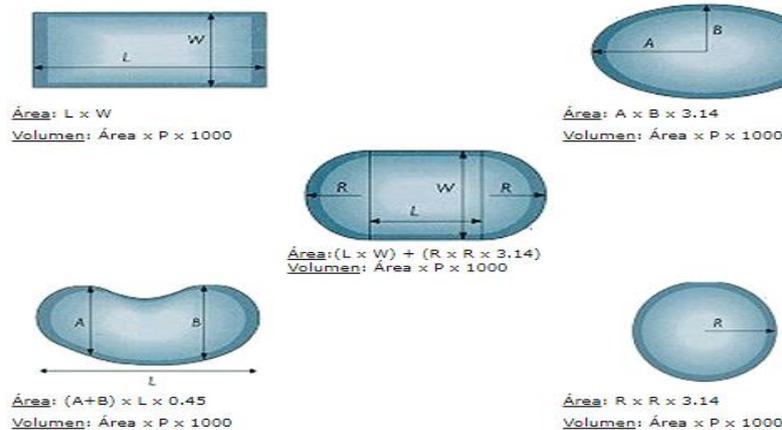
*Ecuación 1 Calculo de Volumen*

$$V(m^3) = A \cdot h \quad \text{o} \quad V(L) = A \cdot h \cdot 1000.$$

Donde-. V: Volumen

h: profundidad

A: Área



*Figura 9 Formas básicas tomando las medidas en metros, el volumen en litros*

*Fuentes: (Saubot, 2002)*

## 2.2.7. Uso y Aprovechamiento del Agua

El agua tiene diferentes usos (agricultura, industria, minería, los usos domésticos o recreacionales u otros usos), sean estos consuntivos o no consuntivos, tienen implicancias directas sobre la modificación del ciclo hidrológico, cada uso demanda de ciertas características del agua como, su calidad, cantidad, oportunidad, entre otros; para lograr esto, se han desarrollado distintos medios tecnológicos (infraestructura, equipamiento, etc.), para permitir que el agua esté disponible en las cantidades y en los tiempos requeridos para esos distintos usos, así como para que los usuarios finales del agua, puedan “controlar” los flujos y también para optimizar (generalmente ahorrar) el consumo de agua (Agua, s.f.).

### 2.2.8. Sistemas de Información Geográfica

Los sistemas de información Geográfica es un sistema de información compuesto por hardware y software para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y representar datos georreferenciados; permitiendo representar la realidad de una forma abstracta y clasificada a través de capas temáticas, cada una de las cuales representa una temática y se define a través de objetos espaciales, antes de llevar a cabo la manipulación y extracción de información es importante el pre procesamiento y rectificación de la imagen que permite realizar correcciones de distorsiones geométricas y radiométricas (Coutiño, 2013).

### 2.2.9. Teledetección

La teledetección, percepción remota o “remote sensing” es ciencia de obtener información (imágenes) de la superficie de nuestro planeta a distancia, sin entrar en contacto directo con él (Patricio Soriano C, 2017).

**Sensores.** - Los sensores remotos, que pueden ser satelitales, aéreos, terrestres y submarinos, se utilizan para adquirir la mayoría de los datos de la superficie del océano como de la tierra (McDaid & Aguilar, 2009). Entre la utilización de sensores remotos en el medio ambiente se encuentran; desertificación y deforestación ocasionada por el Sobrepastoreo reduciendo la cubierta vegetal de la Tierra lo que conduce a la disrupción del balance ecológico en la superficie y al cambio de la reflectancia de la superficie terrestre, y como consecuencia de esto, el ciclo hidrológico y el balance del dióxido de carbono están seriamente afectados (Rojas G. E., 2004). Estos Sensores pueden clasificarse como pasivos y activos.

Merenson (2004), describe que “los sensores pasivos, miden la radiación electromagnética procedente de las coberturas terrestres, ya sea reflejada por los rayos solares o emitida a través de ondas termales”; Martínez & Díaz (2005), indican que “los sensores activos son utilizados frecuentemente cuando la radiación natural en una banda particular del espectro no es suficiente para iluminar adecuadamente al objetivo, esto es, la radiación natural está por debajo del umbral de la señal para ruido (Medina, 2015, pág. 6)

**Imágenes Satelitales.-** Las imágenes satelitales registran la energía electromagnética de manera electrónica desde el inicio, estas imágenes están conformadas por cuadritos del mismo tamaño, llamados píxeles, y que representan la brillantez de cada cuadrito correspondiente al terreno mediante un valor numérico o número digital (que representa la variación en el voltaje de la radiación que capta el sensor) (León, 2002, pág. 2).

Las imágenes satelitales de teledetección pueden usarse para el análisis de procesos breves, así también para conocer los procesos vegetales y edáficos de largo o mediano plazo, como la degradación forestal y detección de cambio de uso de la tierra; para realizar la comparación de las imágenes en diferentes años deben ser captadas en el mismo período del año; así se reduce así al mínimo la expresión de variables como la calidad de la luz, la geometría de la observación y, en el caso de los ecosistemas vegetales, las diferencias de comportamiento de la comunidad a lo largo del año; (Meneses Tovar, 2011, pág. 40).

### **Sentinel 2**

La misión proporciona información de 10 días individualmente y de 5 días conjuntamente, con una resolución de 10- 60 m, estas imágenes son de utilidad para el sector agrario, contribuyendo a la gestión de la seguridad alimentaria; también sirve para cartografiar el estado y los cambios de la superficie terrestre, vigilar las selvas, alerta de la contaminación en lagos y aguas costeras. Las imágenes contribuyen a gestionar las consecuencias de inundaciones, erupciones volcánicas y deslizamientos y ayudan en las tareas de ayuda humanitaria (SMGEODIM).

### **Landsat 8 (OLI y TIRS)**

Los satélites Landsat proporciona información cada 16 días, proporcionando imágenes de resolución de 100, 30 y 15 m, las imágenes son una herramienta esencial, utilizadas para múltiples estudios de cambios en la cubierta del suelo, clima, actividades humanas, mares y océanos, etc. (sigyteledeteccion, 2013).

## Combinación de Bandas y Composición RGB

La combinación de imágenes satélite nos permiten analizar elementos de específicos de la superficie terrestre en función de su espectro de emisión en base a las distintas bandas multiespectrales a través de tres canales: rojo, verde y azul, pasando cada banda por un canal u otro permitirá teñir de colores los elementos que ofrezcan mayor o menor reflexión de longitudes de onda; así dando como resultado, la combinación de imágenes satélites para formar una imagen a color natural o a falso color, realzando elementos muy concretos para su posterior estudio y análisis, el juego cromático de estas bandas nos ayudará a elaborar mapas específicos de vegetación o realizar seguimientos de incendios entre otros (Matellanes, 2017).

**Landsat** y **Sentinel** presentan diversas bandas que operan bajo rangos parecidos, lo que implica la necesidad de combinarlas de manera distinta en función del estudio deseado en la tabla 15 se observa la combinación de las bandas y el resultado de la composición RGB mediante análisis multiespectral (Matellanes, 2017).

*Tabla 15 Combinación de bandas y Composición RGB*

<b>Composición RGB</b>	<b>LANDSAT 8</b>	<b>SENTINEL 2B</b>
Color natural	(4,3,2)	(4,3,2)
Falso color (para zonas urbanas)	(7,6,4)	(12,11,4)
Infrarrojo (para vegetación)	(5,4,3)	(8,4,3)
Agricultura:	(6,5,2)	(11,8A,2)
Penetración de radiación en atmósfera	(7,6,5)	(12,11,8A)
Usos del suelo/masas de agua:	(5,6,4)	(8A,11,4)
Infrarrojo de onda corta	(7,5,4)	(12,8A,4)
Análisis de vegetación	(6,5,4)	(11,8A,4)
Análisis de vegetación sana	(5,6,2)	(8A,11,2)
Índice NDVI	(5-4) / (5+4)	(8-4) / (8+4)
Índice NDWI	(3-5) / (3+5)	(3-8) / (3+8)
Índice NDSI	(3-6) / (3+6)	(3-11) / (3+11)

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M. adaptado de (Matellanes, 2017).*

## **Índice de Diferencia Normalizada de la Vegetación**

El Índice de Diferencia Normalizada de la Vegetación o NDVI es un índice de vegetación que nos permite generar imágenes que muestren la biomasa relativa, condición actual de la vegetación que a menudo usado para monitorear las secuencias, monitorizar y predecir la producción agrícola, para ayudar a la predicción de zonas susceptibles de incendios y para los mapas de desertización (EOS, s.f.).

Según Lillesand, (2004) seguimiento de las sequías, supervisar y predecir la producción agrícola, ayudar en la predicción de las zonas con riesgo de incendio y cartografiar la desertización; este índice es muy utilizado en el seguimiento de la vegetación global porque ayuda a compensar los cambios en las condiciones de iluminación, la pendiente de la superficie, la orientación y otros factores extraños; aprovechando el contraste de las características de dos bandas de un dataset ráster multiespectral: las absorciones de pigmento de clorofila en la banda roja y la alta reflectividad del material de las plantas en la banda cercana al infrarrojo (NIR) (sig-geek, 2016).

## **Color Infrarrojo (Vegetación)**

Esta es una combinación de bandas muy popular y muy práctica para hacer estudios de vegetación, monitorización de drenajes, análisis de diferentes tipos de suelos y estados de crecimiento de los cultivos, en general, los tonos rojo oscuro, indican la presencia de plantas de hoja ancha, y la frondosa mientras que los rojos claros significan los terrenos de hierba o áreas de poca vegetación; las áreas densamente pobladas aparecen en azul claro (EOS, s.f.).

## **2.3. MARCO LEGAL**

En el plan nacional del Buen Vivir nos dice que la protección y conservación de las áreas de provisión de recursos hídricos deben ser una prioridad para la gestión pública, considerando que la cantidad y calidad del agua condicionan la vida en todas sus formas por lo cual requiere de una gestión sostenible e integral de paisajes naturales y culturales; siendo necesario fortalecer el ordenamiento territorial y la gestión del suelo, entendiendo que cada territorio es parte de un complejo sistema de interdependencias entre los asentamientos humanos, la movilidad humana interna e internacional, las dinámicas productivas, los recursos naturales, los servicios ambientales y procesos que se desarrollan en el interior de la corteza terrestre (República del Ecuador, 2017).

### **2.3.1. Constitución de la República**

**Art. 12.-**El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

**Art. 14.-**Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumakawsay* Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 241.-**La planificación garantizará el ordenamiento territorial y será obligatoria en todos los gobiernos autónomos descentralizados.

**Art. 276.-** El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

1. Mejorar la calidad y esperanza de vida, y aumentar las capacidades y potencialidades de la población en el marco de los principios y derechos que establece la Constitución.

4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo,

permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

7. Proteger y promover la diversidad cultural y respetar sus espacios de reproducción e intercambio; recuperar, preservar y acrecentar la memoria social y el patrimonio cultural.

**Art. 318.-** El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

**Art. 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras

**Art. 404.-** El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley

**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

**Art. 412.-** La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico

El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

### **2.3.2. Ley Orgánica De Recursos Hídricos Usos Y Aprovechamiento Del Agua**

**Art. 1.-** El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria.

Artículo 11.- Infraestructura hidráulica. Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad

así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público. Las obras o infraestructura hidráulica podrán ser de titularidad pública, privada o comunitaria, según quien las haya construido y financiado, aunque su uso es de interés público y se rigen por esta Ley.

**Art. 12.-** Protección, recuperación y conservación de fuentes. El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

**Artículo 13.-** Formas de conservación y de protección de fuentes de agua. Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción. Los terrenos que lindan con los cauces públicos están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre para uso público, que se regulará de conformidad con el Reglamento y la Ley. Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan. Las mismas servidumbres de uso público y zonas de protección hídrica existirán en los embalses superficiales. En los acuíferos se delimitarán zonas de restricción en las que se condicionarán las actividades que puedan realizarse en ellas en la forma y con los efectos establecidos en el Reglamento a esta Ley.

**Art. 14.-** Cambio de uso del suelo. El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas.

## **Administración de los recursos hídricos.**

**Gestión del recurso agua. -Art. 32 y 54.-** La gestión del agua la realizarán las comunas, comunidades, pueblos, juntas de agua entre otros; podrán gestionar de forma integrada los servicios de abastecimiento de agua de consumo humano y riego participando en la protección y administración, mantenimiento de infraestructuras que beneficien a la dotación del agua de la que se beneficien los miembros de un sistema de agua y que no se encuentre bajo la administración del Estado.

**Art. 55.-** Sistemas comunitarios y memoria colectiva. Los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano y riego construidos por las organizaciones que integran los sistemas comunitarios de gestión del agua forman parte del patrimonio comunitario, cultural y etnográfico del Ecuador.

**Derecho humano al agua. Art. 57.-** El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura. El ejercicio del derecho humano al agua será sustentable, definiendo reservas de agua de calidad para el consumo humano de las presentes y futuras generaciones.

**Derechos de la naturaleza. Art. 64.-** Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.

En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación
- e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

**Art. 65.-** Los recursos hídricos serán gestionados de forma integrada e integral, con enfoque ecosistémico que garantice la biodiversidad, la sustentabilidad y su preservación conforme con lo que establezca el Reglamento de esta Ley.

**Art. 66.-** La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados.

- a) Conservar y proteger el agua que fluye por sus tierras y territorios en los que habitan y desarrollan su vida colectiva;
- b) Participar en el uso, usufructo y gestión comunitaria del agua que fluye por sus tierras y territorios y sea necesaria para el desarrollo de su vida colectiva;
- c) Conservar y proteger sus prácticas de manejo y gestión del agua en relación directa con el derecho a la salud y a la alimentación;
- d) Mantener y fortalecer su relación espiritual con el agua;
- e) Salvaguardar y difundir sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías y saberes ancestrales sobre el agua;
- f) Ser consultados de forma obligatoria previa, libre, informada y en el plazo razonable, acerca de toda decisión normativa o autorización estatal relevante que pueda afectar a la gestión del agua que discurre por sus tierras y territorios;
- g) Participar en la formulación de los estudios de impacto ambiental sobre actividades que afecten los usos y formas ancestrales de manejo del agua en sus tierras y territorios;
- h) Tener acceso a información hídrica veraz, completa y en un plazo razonable; e,
- i) Participación en el control social de toda actividad pública o privada susceptible de generar impacto o afecciones sobre los usos y formas ancestrales de gestión del agua en sus propiedades y territorios.

Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades ejercerán estos derechos a través de sus representantes en los términos previstos en la Constitución y la ley.

**Art. 72 y 73.-** Participación en la conservación del agua. Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades tienen el derecho a que el Estado, a través de sus instituciones, articule políticas y programas para la conservación, protección y preservación del agua que fluye por sus tierras y territorios. Así también tienen derecho

a participar en el uso, usufructo y gestión comunitaria del agua que fluya como medio para fortalecer su identidad, cultura, tradiciones y derechos, de conformidad con el ordenamiento jurídico.

**Art. 74.-** Se garantiza la aplicación de las formas tradicionales de gestión y manejo del ciclo hidrológico, practicadas por comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianas y montubias y se respetan sus propias formas, usos y costumbres para el reparto interno y distribución de caudales autorizados sobre el agua.

#### **2.3.2.1. Reglamento Ley recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua**

**Del dominio hídrico público. Art. 53.-** Clases de bienes dentro del dominio hídrico público. - El dominio hídrico público se compone de elementos naturales, que son los que corresponden a bienes que la naturaleza proporciona sin intervención del hombre, y de elementos artificiales, que son los que proceden de la actuación del hombre que modifica la naturaleza mediante la realización de obras o infraestructuras hidráulicas.

**Art. 54.-** Dominio hídrico público natural y artificial. - De conformidad con el artículo 10 de la Ley, el dominio hídrico público está constituido por los siguientes elementos naturales:

a) Las aguas superficiales, entendiendo por tales las que forman los ríos, lagos, lagunas, humedales, nevados, glaciares y caídas naturales; b) Las aguas subterráneas; c) Los acuíferos, a los efectos de protección y disposición de los recursos hídricos que contienen; d) Las fuentes de agua, entendiéndose por tales las nacientes de los ríos y de sus afluentes manantiales o nacientes naturales en los que brotan a la superficie las aguas subterráneas o aquéllas que se recogen en su inicio de la esorrentía e) Los álveos o cauces naturales; f) Los lechos y subsuelos de los ríos, lagos, lagunas y embalses superficiales en cauces naturales; g) Las riberas; h) La conformación geomorfológica de las cuencas hidrográficas, y de sus desembocaduras; i) Los humedales marinos costeros y aguas costeras; y j) Las aguas procedentes de la desalinización de agua de mar.

Las obras o infraestructura hidráulica de titularidad pública y sus zonas de protección hidráulica se consideran parte integrante del dominio hídrico público. Estas obras son las que se enumeran en el artículo 11 de la Ley

**Art. 55.- Zonas de Protección Hidráulica.** - Las obras hidráulicas de transporte de agua tendrán una zona de protección hidráulica que se considerará parte del dominio hídrico público en el caso de las obras de titularidad pública. Las Zonas de Protección Hidráulica son independientes de la existencia de servidumbres que se impongan para la protección de acueductos públicos tal y como autoriza el artículo 98 de la Ley.

**Art. 59.- Lechos de los lagos, lagunas y embalses.** - El lecho o fondo de los lagos y lagunas es el terreno que ocupan sus aguas en las épocas en que alcanzan su mayor nivel ordinario. El lecho o fondo de un embalse superficial es el terreno cubierto por las aguas cuando éstas alcanzan su mayor nivel a consecuencia de las máximas crecidas ordinarias de los ríos o corrientes que lo alimentan. La Autoridad de Demarcación Hidrográfica o el Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano correspondiente, fijará la extensión de los márgenes de los lechos de los lagos, lagunas y embalses. En este último caso se tendrá en cuenta lo dispuesto por el correspondiente proyecto técnico. El procedimiento lo iniciará la Autoridad de Demarcación Hidrográfica o el Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano correspondiente, y en él se dará audiencia por quince días plazo a los titulares de los terrenos que puedan resultar afectados para que puedan presentar alegaciones.

**Protección del dominio hídrico público. Art. 61.- Formas de protección del dominio hídrico público.** - Constituyen formas de protección del dominio hídrico público y, singularmente, de las fuentes de agua, las servidumbres de uso público, las zonas de protección hídrica y las zonas de restricción. La Autoridad Única del Agua emitirá los criterios técnicos para la delimitación de las servidumbres de uso público, zonas de restricción y zonas de protección hídrica, ésta última en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional.

**Art. 62.- Servidumbre de uso público: extensión y finalidad.** - Los terrenos que lindan con los cauces están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre para uso público. La extensión de la zona de servidumbre será de cinco

metros pudiéndose variar, en más o en menos, por razones topográficas, hidrográficas o por las necesidades concretas del otorgamiento de autorizaciones de uso de agua o de aprovechamiento productivo de agua. Las finalidades por cumplir mediante la servidumbre de uso público son las siguientes:

- a) Protección del ecosistema fluvial y del dominio hídrico público;
- b) Paso público peatonal y para el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento
- c) Varado y amarre de embarcaciones de forma ocasional y en caso de necesidad; y
- d) Garantizar el acceso a las personas encargadas de la operación, mantenimiento o control de la infraestructura o el área natural circundante.

La servidumbre de uso público regulada en este artículo se aplicará igualmente a los embalses superficiales y con idéntica extensión.

**Art. 63.-** Zonas de Protección Hídrica: Definición y Funcionalidad. - De conformidad con lo regulado en el artículo 13 de la Ley, para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, así como de la que se recoja en los embalses superficiales, se establece una zona de protección hídrica. En dicha zona se condicionará el uso del suelo y las actividades que en ella se desarrollen. Las finalidades que cumplir por las zonas de protección hídrica son: a) La preservación del estado del dominio hídrico público y la prevención del deterioro de los ecosistemas asociados contribuyendo a su mejora; y b) La protección del régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los cauces en la laminación de caudales y la carga sólida transportada.

**Art. 64.-** Zonas de Protección Hídrica: Extensión y Modificación. - La zona de protección hídrica tendrá una extensión de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce o de la máxima extensión ordinaria de la lámina de agua en los embalses superficiales, pudiéndose variar por razones topográficas, hidrográficas u otras que determine la Autoridad Unica del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional. La extensión indicada podrá modificarse en las siguientes circunstancias: a) En las zonas próximas a la desembocadura de los cursos de agua en el mar; b) En el entorno inmediato de los embalses; y, c) Cuando las condiciones

topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes.

### **2.3.3. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente**

(AM 97-A) Anexo 1 del Libro Vi del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar los usos asignados, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general

**5.1** Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas y de estuarios.

La norma tendrá en cuenta los siguientes usos del agua:

- a. Consumo humano y uso doméstico.
- b. Preservación de la vida acuática y silvestre.
- c. Uso Agrícola o de riego.
- d. Uso Pecuario.
- e. Uso Recreativo.
- f. Uso Estético.

En los casos en los que se concedan derechos de aprovechamiento de aguas con fines múltiples, los criterios de calidad para el uso de aguas corresponderán a los valores más restrictivos para cada referencia.

**5.1.1** Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico: Es aquella que es obtenida de cuerpos de agua, superficiales o subterráneas, y que luego de ser tratada será empleada por individuos o comunidades en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo humano,
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,

**5.1.1.2** Esta norma aplica a la selección de aguas captadas para consumo humano y uso doméstico, para lo cual se deberán cumplir con los criterios indicados en la TBL 1.

**5.1.2** Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, y en aguas marinas y de estuarios: Se empleada en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura, se presentan en la TABLA 2.

**5.1.3** Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego: Se empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes. Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en la Tabla 3 y la Tabla 4.

**5.1.4** Criterios de calidad para aguas de uso pecuario: Se entiende como aguas para uso pecuario a aquellas empleadas para el abrevadero de animales, así como otras actividades conexas y complementarias que establezcan los organismos competentes Tabla 5.

#### **2.3.4. Código Orgánico Ambiental**

**Art. 5.-** Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:

1. La conservación, manejo sostenible y recuperación del patrimonio natural, la biodiversidad y todos sus componentes, con respeto a los derechos de la naturaleza y a los derechos colectivos de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades;

2. El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros;

4. La conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico;

5. La conservación y uso sostenible del suelo que prevenga la erosión, la degradación, la desertificación y permita su restauración;

**Art. 7.-** Deberes comunes del Estado y las personas. Son de interés público y por lo tanto deberes del Estado y de todas las personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades y colectivos, los siguientes:

1. Respetar los derechos de la naturaleza y utilizar los recursos naturales, los bienes tangibles e intangibles asociados a ellos, de modo racional y sostenible;
2. Proteger, conservar y restaurar el patrimonio natural nacional, los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país;
3. Crear y fortalecer las condiciones para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático;
4. Prevenir, evitar y reparar de forma integral los daños y pasivos ambientales y sociales; e,
5. Informar, comunicar o denunciar ante la autoridad competente cualquier actividad contaminante que produzca o pueda producir impactos o daños ambientales.

### **2.3.5. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD**

**Artículo 136.-** Ejercicio de las competencias de gestión ambiental. -Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales promoverán actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsarán en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; prevención y recuperación de suelos degradados por contaminación, desertificación y erosión; forestación y reforestación con la utilización preferente de especies nativas y adaptadas a la zona; y, educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos ambientales y de la naturaleza. Estas actividades serán coordinadas con las políticas, programas y proyectos ambientales de todos los demás niveles de gobierno, sobre conservación y uso sustentable de los recursos naturales.

### **2.3.6. Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales**

Artículo 13.- Regulación ambiental a la propiedad rural. En las tierras rurales donde existan ecosistemas frágiles especialmente páramos, manglares, bosques primarios, humedales u otros que sean parte del dominio hídrico público, no se podrá ampliar la frontera agrícola o el aprovechamiento agrario existente de tales ecosistemas, sin cumplir lo establecido en la Ley.

Las actividades productivas agrarias en los ecosistemas frágiles requerirán de un instrumento de manejo que sea elaborado por el Estado en forma participativa, debe sustentarse en los estudios y parámetros que establezca la Autoridad Ambiental Nacional.

# CAPÍTULO III

## 3.1. METODOLOGÍA

El estudio muestra carácter observacional en el que, no existe intervención; por lo cual el investigador se limita a medir y describir el fenómeno como se encuentre en la población estudiada; y de forma transversal que se centran en la comparación de determinados parámetros en diferentes albarradas en un momento concreto, realizándose la medición de las variables una sola vez compartiendo la misma temporalidad, por lo cual no se consideró valorar la evolución; tomando en cuenta la orientación cualitativo y cuantitativo (Castillero M., s.f.).

### 3.1.1. Área de Muestreo

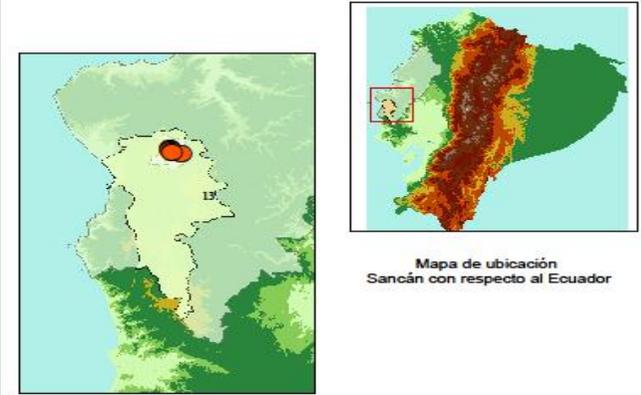
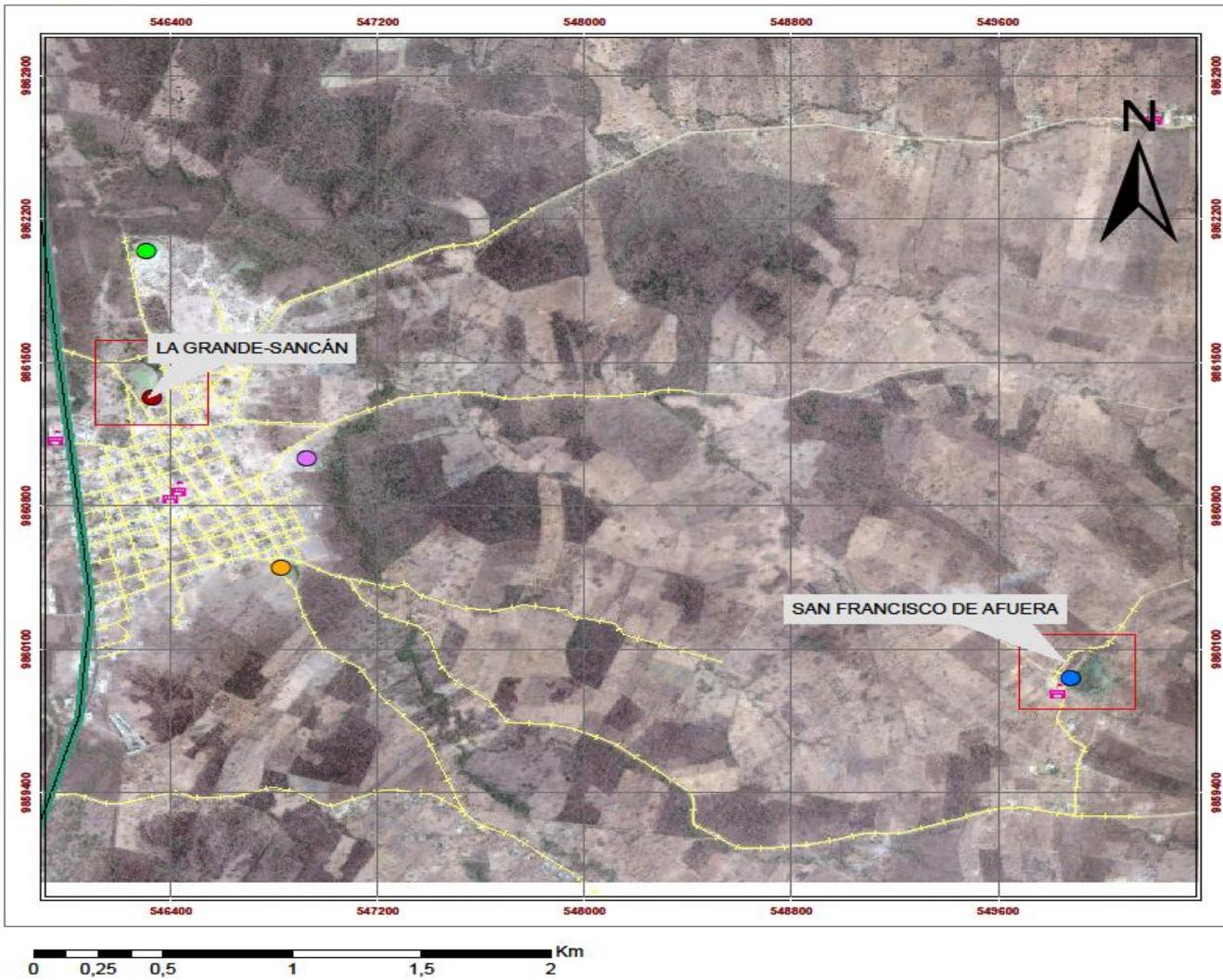
El área de estudio inicialmente comprendía, 5 albarradas pertenecientes a la comuna Sancán cuyo sistema de coordenadas utilizado es el WGS 1984 – ZONA 17S se puede observar en la tabla 16 y figura 8; de los 5 lugares de estudio se escogieron dos, debido a que, por temporada seca tres de las albarradas situadas en el recinto Sancán se encontraban sin agua.

*Tabla 16 Ubicación de Albarradas*

<i>Ubicación</i>	<i>Albarradas</i>	<i>Coordenadas</i>	
		<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>
<b>Rcto. Sancán</b>	La grande; La de Sancán	546326	9861326
	La de los Ladrilleros/ La del Bosque	546302	9862041
	La Gallinita; La del Camino a Pacheco	546825	9860497
	La de Cañarte	546923	9861030
<b>Rcto. San Francisco de afuera</b>	San Francisco de afuera; La albarrada	549879	9859955

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M*

1:17.184



Mapa de ubicación Sancán con respecto a Jipijapa

Mapa de ubicación Sancán con respecto al Ecuador

**Legenda**

- La Cañarte
- La Gallinita
- La Grande
- La del Bosque
- San Francisco de Afuera
- Centro Educativos

**Vías**

- Duro/pavimento/Vía Primaria
- Suelto/No pavimentado/Vía Secundaria

Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Escuela de Ciencias Ambientales		
Proyecto		
APLICACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA NSF EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ		
Autor		Cinthy Menaly Mendoza Chancay
Formato papel	A 3	GEODESIA
Fuente:	IGM-SIG TIERRAS	Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S Projection: Transverse Mercator
Escala:		Datum: WGS 1984

Figura 10 Ubicación e Identificación de las Albarradas Estudiadas  
 Autor Mendoza Ch. Cinthya M

### 3.1.1.1. Ubicación de estaciones de muestreo

Para el establecimiento de los puntos de muestreo se realizó un previo reconocimiento del área, por lo cual se tomó en cuenta la mayor accesibilidad, determinándose un total de 3 puntos de muestreo en cada albarrada, cuyas coordenadas se encuentran en la tabla 17 y su representación en las figuras 9, 10, 11 y 12 considerando las zonas más frecuentadas para captar agua.

Tabla 17 Ubicación de puntos de muestreo

Albarradas	Puntos de muestreo	Descripción	Coordenadas	
			Longitud	Latitud
Sancán	ASC-01-M1	Zonas de captación de agua	546308,94	9861377,16
	ASC-01-M2		546294	9861443
	ASC-01-M3		546278,64	9861405,10
San Francisco	ASF-02-M1	Junto a Totoras	549980	9860041
	ASF-01-M2	Muelle 1	549881	9859956
	ASF-01-M3	Muelle 2	549934	9860053

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Figura 11 Albarrada La Grande-Sancán  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Figura 12 Albarrada San Francisco de Afuera  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

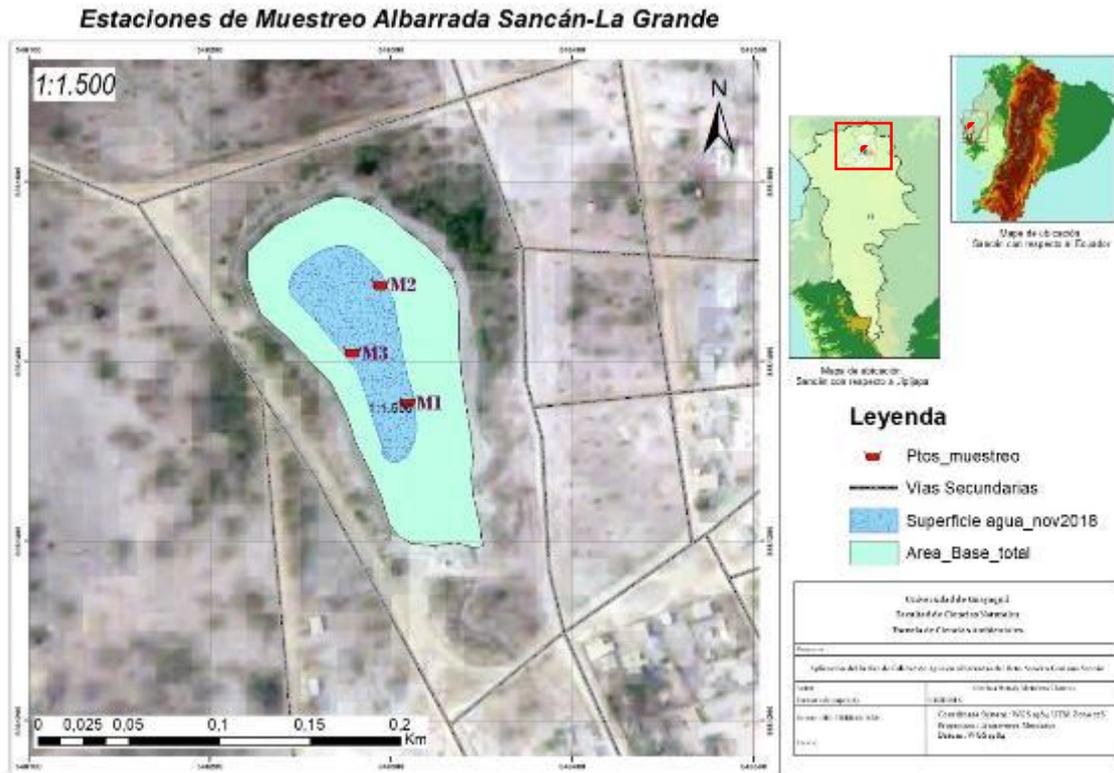


Figura 13 Estaciones de Muestreo Albarrada La Grande-Sancán  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

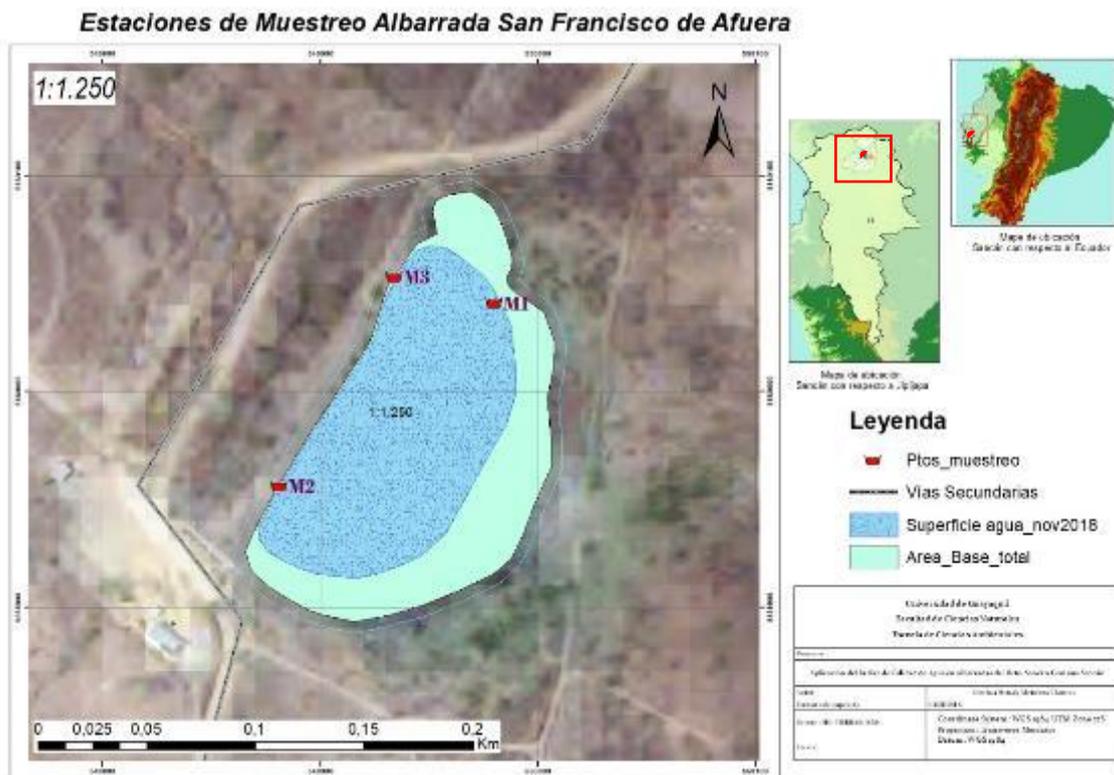


Figura 14 Estaciones de Muestreo Albarrada San Francisco de Afuera  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

### 3.1.1.2. Muestreo

Para la toma de muestra y elección del tipo de muestreo, se siguió criterios según las normas INEN; 2176 TÉCNICAS DE MUESTREO, TIPOS DE MUESTRA.

El muestreo del agua se realizó en horas de la mañana el cual consistió en adoptar una muestra compuesta para cada albarrada para los análisis fisicoquímicos, en cuanto a DBO5 y Coliformes se tomó la muestra directamente del cuerpo de agua; la primera estación se ubicó en la Albarrada San Francisco de Afuera, ubicada a 20 minutos del poblado, los datos de muestreo fueron monitoreados el 13 de octubre del 2018 en temporada seca o estiaje.



*Figura 15 Muestreo Albarrada San Francisco 13/10/2018.  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.*

La segunda estación se ubicó en la Albarrada Sancán, este sitio se caracteriza por estar en el poblado del mismo nombre; el cual presenta gran concurrencia de los habitantes, así como de los animales domésticos, de igual forma se obtuvieron muestras compuestas (Ver Figura en Anexo 6).



*Figura 16 Muestreo Albarrada Sancán 13/10/2018.  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.*

La medición de los parámetros “in situ” se tomó con ayuda del analizador multiparámetro AMPERA PC060, disco secchi y termómetro de vidrio:

- 1) pH
- 2) Turbidez
- 3) Sólidos Disueltos Totales.
- 4) Conductividad
- 5) Temperatura (agua y ambiente)

Una vez obtenida las muestras fueron trasladadas a los laboratorios siguiendo los criterios de manejo y conservación dispuestas para los análisis.

- Análisis Químico. Envases Plásticos 1Lt.
- Enjuagando 3 veces con la muestra antes de ser tomada.
- Análisis de DBO. Envases de vidrio ámbar 1Lt.
- Enjuagando 3 veces con la muestra ante de ser tomada, posteriormente llenarla hasta el Tope, evitando espacio con aire.
- Coliformes fecales. Envases de 250ml estériles, dos muestras para cada punto.
- Manteniéndola en refrigeración dentro de una hielera para preservar las muestras.

Los parámetros analizados en laboratorio fueron los siguientes

Oxígeno Disuelto	Nitratos
(%) Oxígeno Disuelto	Nitritos
Fosfatos	Sulfatos
DBO5	Hierro
Coliformes Fecales	Color
Turbidez	

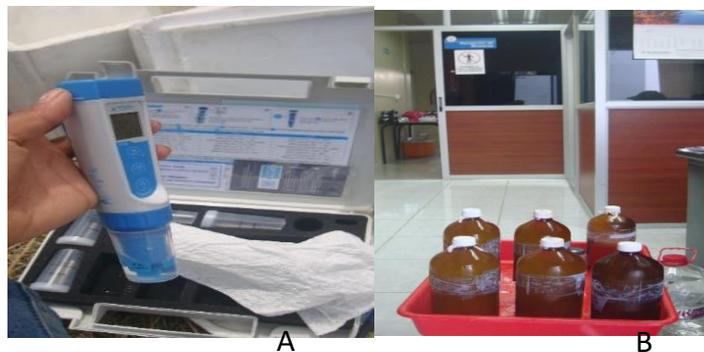


Figura 17 A: Equipo Multiparámetro AMPERA PC060; B: Botellas Ámbar y entrega de Muestras al Laboratorio.

Autor Mendoza Ch. Cinthya M

En la tabla 18 se presenta los equipos y métodos usados por cada laboratorio.

Tabla 18 Parámetros y Equipos usados en Laboratorio

<b>PARÁMETROS</b>	<b>EQUIPOS/ MÉTODO</b>	<b>LABORATORIO</b>
<i>Físico/Químicos/ Microbiológicos</i>		
pH	Multiparámetros Hach HQ40d	SENAGUA
<b>O<sub>2</sub></b>	Multiparámetros Hach HQ40d	SENAGUA
%O <sub>2</sub>	Multiparámetros Hach HQ40d	SENAGUA
<b>Conductividad</b>	Multiparámetros Hach HQ40d	SENAGUA
<b>Sólidos Totales</b>	Multiparámetros Hach HQ40d	SENAGUA
<b>T temperatura</b>	Multiparámetros Hach HQ40d	SENAGUA
<b>Turbidez</b>	Hach 2100Q	SENAGUA
<b>Hierro</b>	Equipos Hach-DR-1900	SENAGUA
<b>Sulfatos</b>	Equipos Hach-DR-1900	SENAGUA
<b>C olor</b>	Equipo de color: E-200 comparador de Pt-Co	SENAGUA
<b>Nitritos</b>	Equipos Hach-DR-1900	SENAGUA
<b>Nitratos</b>	Equipos Hach-DR-1900	SENAGUA
<b>Fosfatos</b>	Equipos Hach-DR-1900	SENAGUA
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Método de referencia: Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater, 23th edition	Centro de Servicios para el Control de Calidad “CESECCA” ULEAM
<b>Coliformes Fecales</b>	PEE/CESECCA/MI/24 Método de referencia: BAM CAP 04 FDA	Centro de Servicios para el Control de Calidad “CESECCA” ULEAM

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M.*

Los resultados de los parámetros medidos se compararon con los criterios y límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA anexo 1, se tomó en cuenta las siguiente tablas: Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico; Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios; Tabla 3: criterios de calidad de aguas para riego agrícola, los pobladores de la zona usan el agua usada para el lavado de los utensilios de cocina, prendas de vestir, bañarse o a su vez, para los animales.

### 3.1.2. Valoración del ICA (índice de calidad de agua)

La investigación toma como base el método ICA-NFS abarcando parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua acumulada de dos Albarradas pertenecientes a la comuna Sancán.

Para la determinación del índice de calidad de agua se utilizó la metodología propuesta por la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) de Estados Unidos; la cual se fundamenta en un procedimiento que tiene en cuenta el promedio aritmético ponderado de nueve variables, y se determina a través de la ecuación (2); en el que, el valor de  $Q_i$  se estima a partir de funciones de calidad, expresadas a partir de ecuaciones o curvas para cada variable con el objetivo de transformar los valores de las variables a una escala adimensional en razón de su expresión en diferentes unidades (mgL-1, porcentaje, unidades, etc.), para permitir su agregación (Yáñez F, 2018).

$$ICA = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i w_i$$

*Ecuación 2*

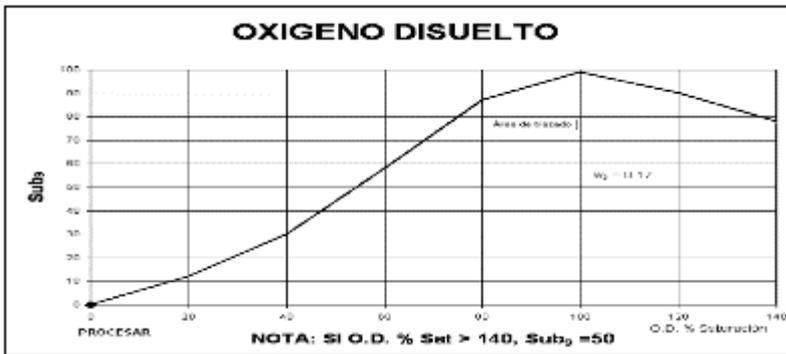
Donde:

$w_i$ : Pesos relativos asignados a cada parámetro ( $Sub_i$ ), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

$Q_i$ : Subíndice del parámetro  $i$ .

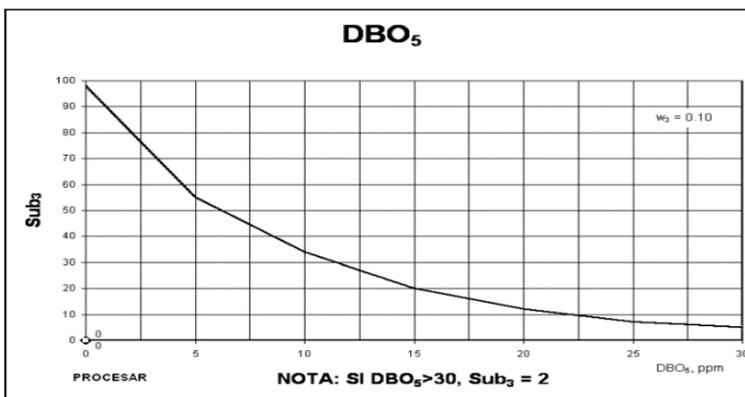
En las curvas conocidas como Curvas de Función se representa una escala de calificación para cada indicador, de tal forma que se establece una correlación entre los diferentes parámetros y su influencia en el grado de contaminación (Quiroz Fernández, Izquierdo Kulich, & Menéndez Gutiérrez, 2017).

En las Figuras 16 a la 25 aparecen las curvas de función según Brown (1970), que se utilizan para determinar por cada valor de la concentración de los parámetros contemplados en el ICA el valor de  $Sub_i / Q_i$  correspondiente; la verificación del valor de las curvas se realizó a través de "WQI Calc" una calculadora online de calidad de agua.



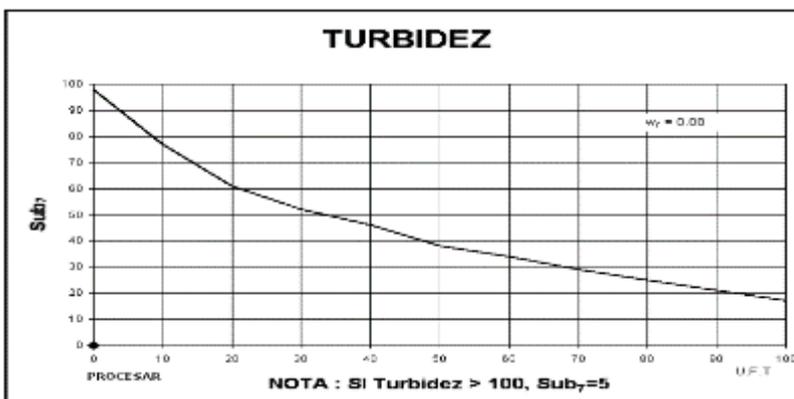
Si el OD % es mayor a 140 el (sub<sub>3</sub>) es igual a 50, si es menor buscar el valor en el eje de las (X) y se procede a encontrar el valor en el eje de las (Y).

Figura 18 Valoración de la calidad de agua en función de % oxígeno Disuelto basado en *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*



Si la DBO5 es mayor a 30 mg/l el (sub<sub>3</sub>) es igual a 2, si es menor a 30 mg/l buscar el valor en el eje de las (X) y se procede a encontrar el valor en el eje de las (Y).

Figura 19 Valoración de la calidad de agua en función de la DBO5 Basado en *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*



Si la Turbidez es mayor a 100 NTU el (sub<sub>3</sub>) es igual a 5, si es menor buscar el valor en el eje de las (X) y se procede a

Figura 20 Valoración de la calidad de agua en función de Turbidez Basado en *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*

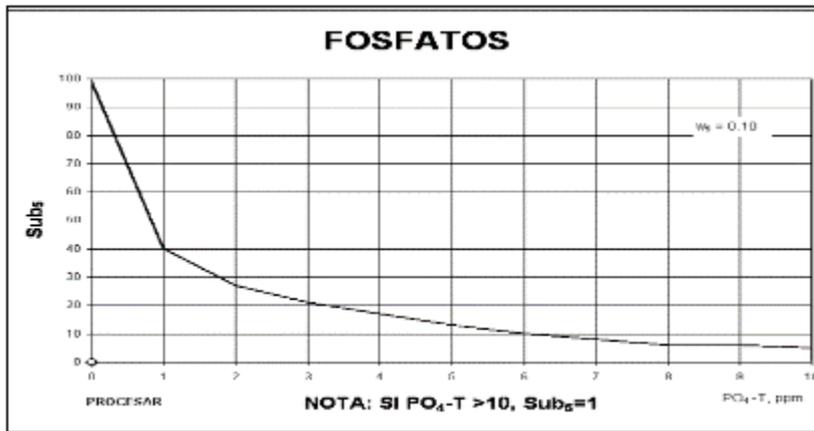


Figura 22 Valoración de la calidad de agua en función de Fosfatos,

Basado en *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*

Si el Fosfatos es mayor 10 ppm ( $sub_3$ ) es igual 1, si es menor buscar el valor en el eje de las (X) y se procede a encontrar el valor en el eje de las (Y).

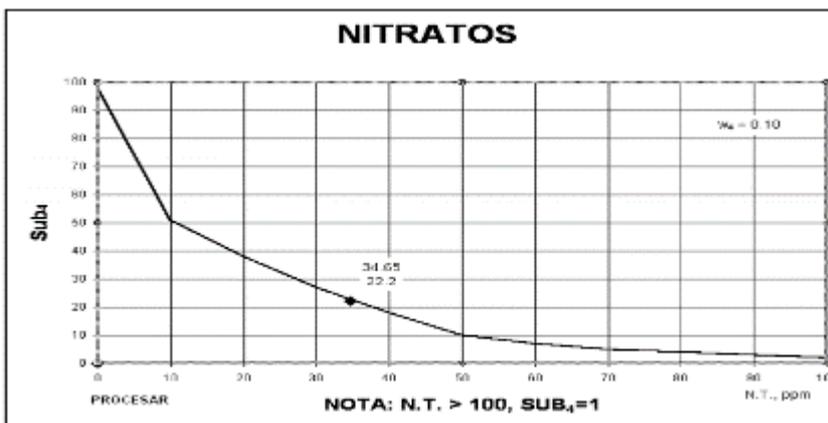


Figura 21 Valoración de la calidad de agua en función de Nitratos,

Basado en *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*

Si el Nitratos es mayor 2 ( $sub_3$ ) es igual 2 si mayor a 12 el ( $sub_3$ ) es igual a 12, si es menor buscar el valor en el gráfico.

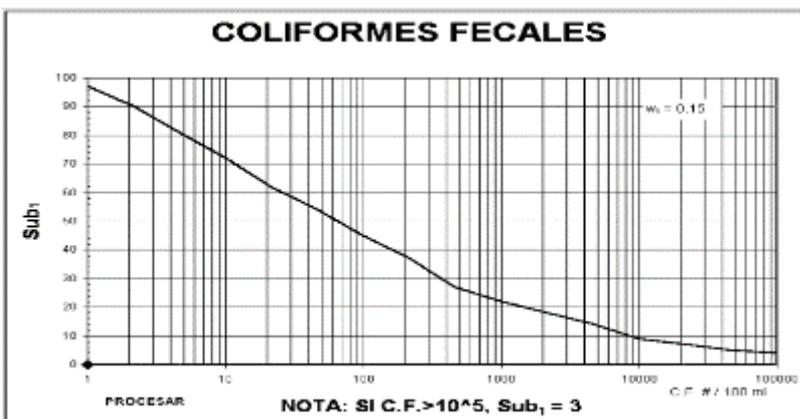
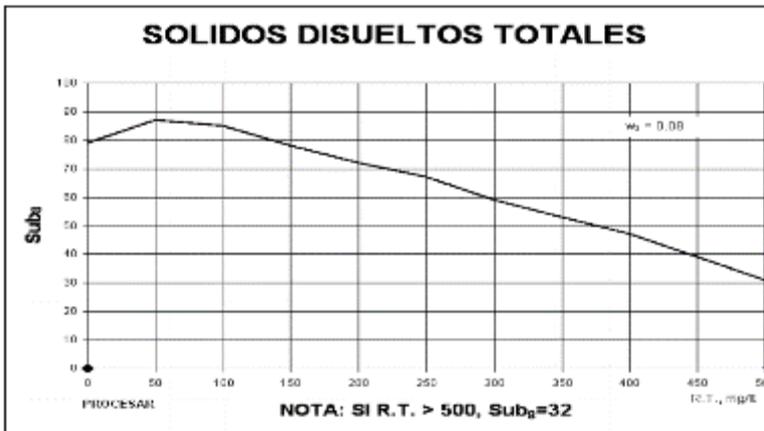


Figura 23 Valoración de la calidad de agua en función de Coliformes Fecales,

Basado en *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*

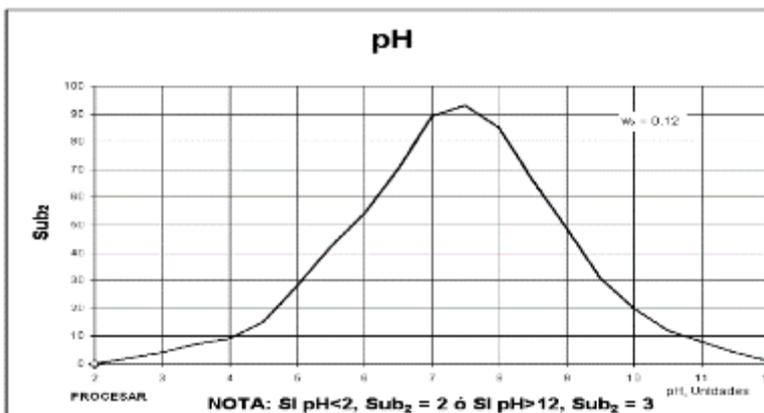
Si las Coliformes Fecales son mayores a 1000000 ( $sub_3$ ) es igual 3, si es menor buscar el valor en el eje de las (X) y se procede a encontrar el valor en el eje de las (Y).



Si la TDS es mayor a 500 mg/l el (sub<sub>3</sub>) es igual a 32, si es menor buscar el valor en el eje de las (X) y se procede a encontrar el valor en el eje de las (Y).

Figura 24 Valoración de la calidad de agua en función de Sólidos Disueltos Totales

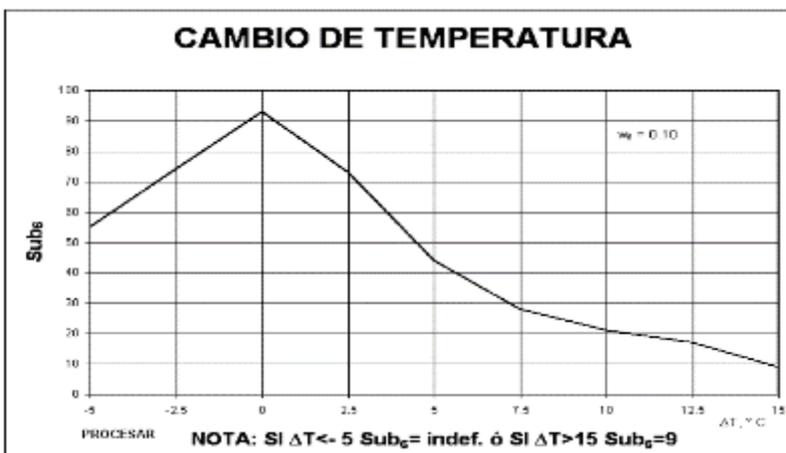
Basado en *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*



Si el pH es menor 2 (sub<sub>2</sub>) es igual 2 si mayor a 12 el (sub<sub>2</sub>) es igual a 12, si es menor buscar el valor en el eje de las (X)

Figura 25 Valoración de la calidad de agua en función de pH,

Basado en *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*



Si el cambio de temperatura es menor a -5 (sub<sub>c</sub>) indef; si mayor a 15 °C el (sub<sub>c</sub>) es igual a 9, si es buscar el valor en el eje de las (X) y se procede a encontrar el valor

Figura 26 Valoración de la calidad de agua en función de Cambio de Temperatura,

Basado en *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*

A continuación, en la tabla 19 y 20 se observan respectivamente los pesos relativos para cada variable y escala de interpretación del ICA-NSF.

Tabla 19 Pesos relativos asignados a cada parámetro para el ICA-NSF

Nº	Subi	W <sub>i</sub>
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	0.10
2	Oxígeno disuelto (OD)	0.17
3	Sólidos totales disueltos (STD)	0.08
4	Turbidez	0.08
5	Cambio de T°	0.10
6	Potencial de hidrógeno (pH)	0.12
7	Nitratos (NO3-1)	0.10
8	Fosfato (PO43-)	0.10
9	Coliformes fecales (CF)	0.15

Fuente: *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.*

En caso de no existir el valor de una variable el peso ponderado de la variable correspondiente se divide para el número de variables medidas total, el resultado de la división se adiciona a cada peso ponderado de las variables existentes (Yáñez F, 2018, pág. 18).

Tabla 20 Interpretación de resultados del ICA-NSF

Calidad del agua	Escala del ICA	Descripción	
Excelente	91-100	No requiere purificación para su consumo	Son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática.
Bueno	71-90	Dudoso para consumo sin purificación Tratamiento menor para cultivos que requieren alta calidad de agua de riego	Sostiene la biodiversidad presente
Mediana	51-70	Tratamiento de potabilización indispensable	Aceptable
Mala	26-70	Dudoso para el consumo humano Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos	Diversidad de vida acuática baja y están experimentando probablemente problemas con la contaminación
Muy Mala	0-25	Inaceptable para consumo humano Utilizable para cultivos muy resistentes	Presenta un número limitado de las formas de vida acuática, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo, tal como natación

Escala de estimación de ICA adaptado de (Linea Base para el Monitoreo de la Calidad del Agua de Riego en la Demarcación Hidrográfica del Guayas, 2010) (*ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA"*)

### 3.1.3. Análisis estadístico

Se utilizó el software Minitab versión 18, el análisis estadístico se realizó aplicando estadística descriptiva básica, en cuanto a la comprobación de hipótesis se utilizó la prueba T STUDENT la cual “es una prueba de hipótesis de la media de una o dos poblaciones distribuidas normalmente; aunque existen varios tipos de prueba t para situaciones diferentes, en todas se utiliza un estadístico de prueba que sigue una distribución t bajo la hipótesis nula” (Minitab, s.f.), utilizando la prueba t de dos muestras se establece si existe diferencia entre medias de las albarradas.

### 3.1.4. Volumen de las Albarradas

Para la determinación del volumen de agua, se tomó el Área a través de la aplicación móvil denominada UTMGEO, la cual proporciona un polígono de acuerdo al recorrido efectuado alrededor del cuerpo de agua, proporcionando datos aproximados del área. En cuanto a la obtención de profundidad se utilizó el disco Secchi; el cual fue descendido hasta que este topara el fondo procurando estar lejos de la orilla, posteriormente se marcó la cuerda para proceder a medir con cinta métrica, así también se tomó en consideración la opinión de los pobladores, todos los datos recabados en campo fueron procesados mediante ArcMap.

### 3.1.5. Uso y aprovechamiento del agua de las albarradas

Para la determinación del uso y aprovechamiento del agua de las albarradas se realizaron encuestas, tomando en consideración una porción de la población teniendo en cuenta 350 familias para el cual se consideró la ecuación (3) para obtener el tamaño de la muestra a encuestar.

$$n = \frac{N * z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + z_{\alpha}^2 * p * q}$$

*Ecuación 3*

Donde:

n: muestra

N: población

P: Nivel de ocurrencia

Q: Nivel de ocurrencia

e: Margen de error

Z: Nivel de confianza.

Las encuestas serán realizadas de forma personal a los comuneros, para lo que se establecieron preguntas de tipo abiertas y cerradas. Los problemas asociados al deterioro de las albarradas estudiadas se determinaron a través de la visita de campo y

las encuestas, la cual permitirá tener una idea clara de los problemas que acontecen al manejo del sistema de albarradas.

### 3.1.6. Análisis de las condiciones área de influencia

Para determinar las condiciones del área de influencia se realizó la búsqueda de imágenes satelitales provenientes de diferentes fuentes; obtenido para el análisis ortofotos e imágenes satelitales LandSat 8 y Sentinel 2 en un periodo de 5 años descritos en la tabla 21.

*Tabla 21 Satélites y Fecha de imagen*

<i>Satélites</i>	<i>Periodo</i>	<i>Fuente</i>
<b>LandSat 8</b>	25/Septiembre/2013	USGC
<b>Sentinel 2</b>	11/Diciembre/2018	

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M.*

Las imágenes tomadas para la interpretación visual corresponden a época seca donde existen menos presencia de nubes, permitiendo diferenciar el suelo desnudo y vegetación circundante, a través la composición de bandas descritas en la tabla 22; las cuales, al ser procesadas, permiten tener una imagen más clara y mejor visualización de las tonalidades de la zona de estudio y los cambios ocurridos.

Los insumos usados en el procesamiento de las imágenes se realizaron con ayuda de la plataforma Earth Observing System (EOS) y su interfaz web Landviewer la cual permite realizar visualizaciones de las imágenes satelitales del área de interés, además realizar las respectivas combinaciones, basadas en la imagen seleccionada y mediante el software ArcMap 10.4, se realizó la comparación de las imágenes para detectar los cambios en los periodos establecidos.

Tabla 22 Descripción combinación de Bandas Usadas

<b>Combinación/Satélite</b>	<b>Descripción</b>
<b>Color Natural</b> <b>Landsat 8 (4-3-2)</b> <b>Sentinel (4-3-2)</b>	La combinación de bandas de "Color Natural". Al usar bandas visibles en esta combinación, el aspecto del suelo tiene un color similar al del sistema visual humano. La vegetación fresca es verde, los campos recién segados son muy luminosos; la vegetación seca se ve marrón y amarilla. las carreteras son grises y las líneas de costa, blancas. Esta combinación de bandas ofrece la máxima penetración de agua y una información superior batimétrica y de sedimentos. Esto también se utiliza para los estudios urbanos.
<b>NDVI</b> <b>Landsat 8 (5-4) / (5+4)</b> <b>Sentinel2(8-4) / (8+4)</b>	El Índice de Diferencia Normalizada de la Vegetación o NDVI (Normalized Differential Vegetation Index) es a menudo usado para monitorizar las sequías, para monitorizar y predecir la producción agrícola, para ayudar a la predicción de zonas susceptibles de incendios y para los mapas de desertización. El NDVI es un índice de vegetación estandarizado que nos permite generar imágenes que muestren la biomasa relativa. La absorción de clorofila en la banda roja y el alto reflejo relativo de la vegetación en la banda Near Infrared (NIR), se usan para calcular el NDVI.
<b>Infrarrojo para vegetación</b> <b>Landsat 8 (5,4,3)</b> <b>Sentinel2(8A,4,2)</b>	La composición estándar "color artificial". La vegetación aparece en las sombras o en rojo. Las áreas urbanas, en el cian o azul, y los terrenos varían de los marrones claros a los oscuros. El hielo, la nieve y las nubes son de color blanco o cian claro. Las coníferas aparecerán en color rojo más oscuro que las maderas duras. Esta es una combinación de bandas muy popular y muy práctica para hacer estudios de vegetación, monitorización de drenajes, análisis de diferentes tipos de suelos y estados de crecimiento de los cultivos. En general, los tonos rojo oscuro, indican la presencia de plantas de hoja ancha, y la frondosa mientras que los rojos claros significan los terrenos de hierba o áreas de poca vegetación. Las áreas densamente pobladas aparecen en azul claro

Autor Mendoza Ch. Cinthya M. adaptado de EOS LAND VIEWER (s.f.)

### **Identificación de Impactos Negativos**

La identificación de los problemas que acontecen a las albarradas y a los habitantes del sector se realizó mediante las encuestas realizadas y verificación en campo los días de Muestreo.

# CAPÍTULO IV

## 4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1.1. Mediciones In-situ

El tratamiento de la información de los Parámetros Físico, Químicos y Microbiológicos “in situ” y “ex situ” se detallan en las tablas 23 y 24 donde se muestra los cálculos estadísticos: media, desviación estándar y varianza; con sus respectivas comparaciones con la normativa nacional del Acuerdo Ministerial 097 A.

Tabla 23 Resultados In situ

Variable	Ubicación	Ptos. Muestreo	Valores	Media	Desv. Est.	Varianz	TULSMA ANX 1		
							T1	T2	T3
pH	San Francisco	ASF-02-M1	9,21	9,2167	0,0802	0,0064	6-9	6,5-9,5	6-9
		ASF-02-M2	9,14						
		ASF-02-M3	9,30						
	Sancán	ASC-01-M1	6,83	6,8667	0,0473	0,0022			
		ASC-01-M2	6,85						
		ASC-01-M3	7,48						
Temp agua	San Francisco	ASF-02-M1	25,6	27,43	2,02	4,08	N/A	N/A	N/A
		ASF-02-M2	27,1						
		ASF-02-M3	29,6						
	Sancán	ASC-01-M1	28,9	29,267	0,351	0,123			
		ASC-01-M2	29,3						
		ASC-01-M3	29,6						
Tempamb	San Francisco	ASF-02-M1	27,0	30,43	4,12	16,96	N/A	N/A	N/A
		ASF-02-M2	29,3						
		ASF-02-M3	35,0						
	Sancán	ASC-01-M1	34,0	32,467	1,361	1,853			
		ASC-01-M2	32,0						
		ASC-01-M3	31,4						
Conductividad	San Francisco	ASF-02-M1	513	505,33	6,66	44,33	N/A	N/A	N/A
		ASF-02-M2	502						
		ASF-02-M3	501						
	Sancán	ASC-01-M1	291	299,00	7,00	49,00			
		ASC-01-M2	302						
		ASC-01-M3	304						
Salinidad	San Francisco	ASF-02-M1	0,25	0,25000	0,00	0,00	N/A	N/A	N/A
		ASF-02-M2	0,25						
		ASF-02-M3	0,25						
	Sancán	ASC-01-M1	0,15	0,15000	0,00	0,00			
		ASC-01-M2	0,15						
		ASC-01-M3	0,15						
TDS	San Francisco	ASF-02-M1	363	359,33	3,21	10,33	N/A	N/A	3000
		ASF-02-M2	358						
		ASF-02-M3	357						
	Sancán	ASC-01-M1	210	213,00	3,61	13,00			
		ASC-01-M2	212						
		ASC-01-M3	217						

Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico; Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios; Tabla 3: criterios de calidad de aguas para riego agrícola, Autor Mendoza Ch. Cinthya M. a base Minitab18

Los resultados de los parámetros medidos in situ en la albarrada San Francisco de Afuera se observan que el pH tiene un intervalo que va desde 9.14 a 9.21, el cual según el TULSMA Anexo 1; TABLA 1 y 3; este no se encontraría bajo los límites permisibles; y según la TABLA 2: se encuentra dentro del límites; en la albarrada La Grande Sancán el pH presenta un rango de 6.83 a 7.48 con lo que cumple con los límites permisibles de la normativa.

En relación con los Solidos Disueltos Totales estos presentan un intervalo de 357 a 363 y en San Francisco de afuera de 210 a 217 en La Grande Sancán los cuales se encontrarían dentro de lo establecido; y para los parámetros conductividad, Salinidad y Temperatura (agua y ambiente) no se determinaron límites permisibles establecidos en la normativa.

#### 4.1.2. Mediciones de laboratorio

Tabla 24 Resultados Mediciones de Laboratorio

Variable	Ubicación	Ptos. Muestreo	Valores	Media	Desv.Est.	Varianza	TULSMA AX1		
							T 1	T 2	T 3
DBO5	San Francisco	ASF-02-M1	19	73,7	47,6	2266,3	<2	20	N/A
		ASF-02-M2	106						
		ASF-02-M3	96						
	Sancán	ASC-01-M1	74						
		ASC-01-M2	91						
		ASC-01-M3	100						
Nitratos	San Francisco	ASF-02-M1	7,4	7,3	0,1	0,01	50	13	N/A
		ASF-02-M2	7,2						
		ASF-02-M3	7,3						
	Sancán	ASC-01-M1	1						
		ASC-01-M2	1,25						
		ASC-01-M3	1,1						
Nitritos	San Francisco	ASF-02-M1	0,036	0,03933	0,00351	0,00001	0,2	0,2	0,5
		ASF-02-M2	0,043						
		ASF-02-M3	0,039						
	Sancán	ASC-01-M1	0,013						
		ASC-01-M2	0,028						
		ASC-01-M3	0,017						
Sulfatos	San Francisco	ASF-02-M1	53	54	4,58	21	400		250
		ASF-02-M2	59						
		ASF-02-M3	50						
	Sancán	ASC-01-M1	3						
		ASC-01-M2	3,1						
		ASC-01-M3	4,2						
Hierro	San Francisco	ASF-02-M1	0,02	0,283	0,276	0,076	1	0,3	0,3
		ASF-02-M2	0,57						
		ASF-02-M3	0,26						

Variable	Ubicación	Ptos. Muestreo	Valores	Media	Desv.Est.	Varianza	TULSMA AX1		
							T 1	T 2	T 3
Turbidez	Sancán	ASC-01-M1	0,26	0,26	0,06	0,0036	100	N/A	N/A
		ASC-01-M2	0,2						
		ASC-01-M3	0,32						
	San Francisco	ASF-02-M1	72,2						
		ASF-02-M2	56						
		ASF-02-M3	54,9						
Sancán	ASC-01-M1	18,5	18,733	1,266	1,603				
	ASC-01-M2	17,6							
	ASC-01-M3	20,1							
Fosfatos	San Francisco	ASF-02-M1	0,62	0,6233	0,145	0,021	N/A	N/A	N/A
		ASF-02-M2	0,77						
		ASF-02-M3	0,48						
	Sancán	ASC-01-M1	0,22	0,2633	0,0513	0,0026			
		ASC-01-M2	0,32						
		ASC-01-M3	0,25						
Oxígeno Disuelto	San Francisco	ASF-02-M1	10,21	11,45	1,074	1,153	>6	N/A	N/A
		ASF-02-M2	12,06						
		ASF-02-M3	12,08						
	Sancán	ASC-01-M1	4,44	4,933	0,464	0,215			
		ASC-01-M2	5						
		ASC-01-M3	6,06						
% OD	San Francisco	ASF-02-M1	102,3	114,73	10,76	115,79	>60 %	>8 0%	>80%
		ASF-02-M2	120,8						
		ASF-02-M3	121						
	Sancán	ASC-01-M1	44,5	49,43	4,65	21,58			
		ASC-01-M2	50,1						
		ASC-01-M3	60,7						
Coliformes Fecales	San Francisco	ASF-02-M1	11	8,83	3,75	14,08	1000	N/A	N/A
		ASF-02-M2	11						
		ASF-02-M3	4,5						
	Sancán	ASC-01-M1	39	42,17	5,06	25,58			
		ASC-01-M2	48						
		ASC-01-M3	39,5						
Color	San Francisco	ASF-02-M4	305	308,3	20,2	408,3	75	N/A	N/A
		ASF-02-M5	290						
		ASF-02-M6	330						
	Sancán	ASC-01-M4	200	213,33	15,95	254,33			
		ASC-01-M5	209						
		ASC-01-M6	231						

Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico; Tabla 2:

Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios; Tabla 3: criterios de calidad de aguas para riego agrícola,

Autor Mendoza Ch. Cinthya M. a base Minitab18

En base a los resultados del análisis se determinó que para:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , Fe, Sulfatos, Fosfatos y Coliformes Fecales de las dos Albarradas se encuentran dentro de lo establecido; y para el caso del OD, y %OD la albarrada Sancán cumple con la normativa; en cuanto a la DBO5 y color los resultados obtenidos en las dos albarradas no se cumplen con los límites permisibles.

## 4.2. Objetivo 1: Determinación y comparación de Índice de Calidad de Agua de las Albarradas

Tabla 25 Determinación de Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF)

Parámetros	Unidades	Resultado de análisis		(Wi)	Valor Q		Q <sup>W</sup> *i	
		San Francisco de Afuera Valor Medio*	Sancán Valor Medio*		San Francisco de Afuera	Sancán	San Francisco de Afuera	Sancán
<b>DO %</b>	% saturación	114,73	49,43	0,17	94,00	43,00	15,98	7,31
<b>Coliforme</b>	NMP/100 ml	8,83	42,17	0,15	75,00	54,00	11,25	8,1
<b>PH</b>	pH	9,22	6,87	0,12	42,00	78,00	5,04	9,36
<b>DBO5</b>	mg/ L	73,67	88,33	0,1	2,00	2,00	0,2	0,2
<b>NO3</b>	mg/ L	7,30	1,12	0,1	57,00	96,00	5,7	9,6
<b>PO4</b>	mg/ L	0,62	0,26	0,1	54,00	86,00	5,4	8,6
<b>DS.Temperatura</b>	°C	3,00	3,20	0,1	80	79	8	7,9
<b>Turbidez</b>	NTU	61,03	18,73	0,08	32,00	63,00	2,56	5,04
<b>Solidos Totales</b>	mg/ L	359,33	213,00	0,08	52,00	71,00	4,16	5,68
ICA							58,29	61,79

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

\*El valor medio obtenido se basan de los cálculos estadísticos de las tablas 23 y 24

\* DS. Diferencia de Temperatura

Los resultados obtenidos del cálculo del índice (figura 27 y tabla 25) indican que el ICA de las albarradas tienen valores 61,79 (La Grande-Sancán) y 58.29 (San Francisco), lo que según la escala propuesta corresponde a un agua de calidad Media o Aceptable, en la cual es indispensable un tratamiento de potabilización para ser utilizada para consumo humano y en relación al riego, el agua puede ser utilizada en la mayoría de los cultivos.

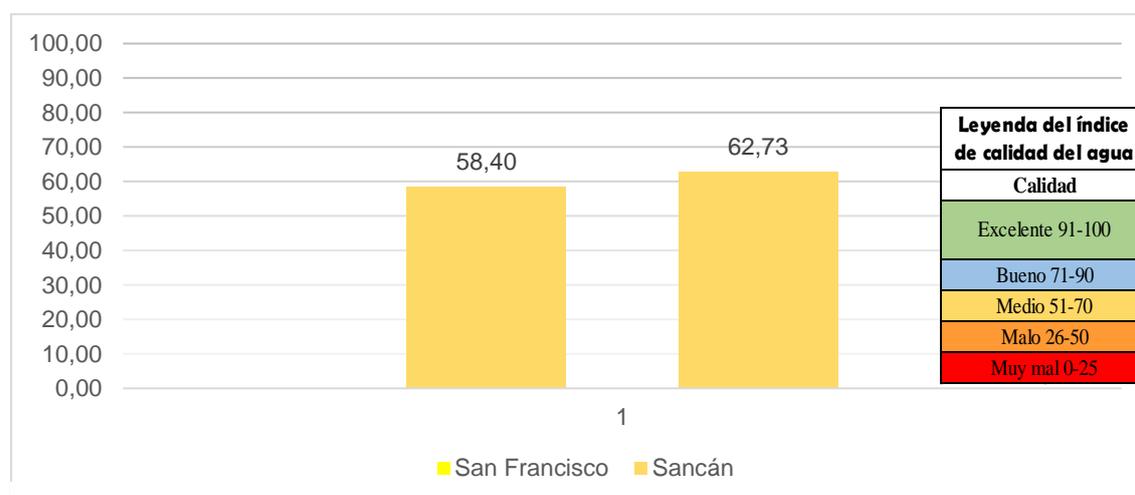


Figura 27 Comparación de resultados del ICA en las Albarradas

El cálculo y resultados del ICA se aprecia en las tablas 26 y 27 donde se muestrean los resultados estadísticos para cada punto de muestreo y su respectivo ICA para la respectiva comprobación de hipótesis.

Tabla 26 Resultado ICA por punto San Francisco

Parámetros	Unidades	Resultado de análisis San Francisco			(Wi)	Valor Q			Q*Wi		
		M1	M2	M3	Factor de ponderación	M1	M2	M3	M1	M2	M3
DO %	% saturación	102,30	120,84	121,04	0,17	99	90	89	16,83	15,3	15,13
Coliforme	NMP/100 ml	11,00	11,00	4,50	0,15	72	72	82	10,8	10,8	12,3
PH	pH	9,21	9,14	9,30	0,12	39	44	35	4,68	5,28	4,2
DBO5	mg/L	19,00	106,00	96,00	0,1	13	2	2	1,3	0,2	0,2
NO3	mg/L	7,40	7,20	7,30	0,1	58	58	58	5,8	5,8	5,8
PO4	mg/L	0,62	0,77	0,48	0,1	54	48	62	5,4	4,8	6,2
DS.Temperatura	°C	1,40	2,20	5,40	0,1	85	82	72	8,5	8,2	7,2
Turbidez	NTU	72,20	56,00	54,90	0,08	29	35	37	2,32	2,8	2,96
Solidos Totales	mg/L	363,00	358,00	357,00	0,08	51	52	52	4,08	4,16	4,16
ICA								59,71	57,34	58,15	

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

Tabla 27 Resultado ICA por punto Sancán

Parámetros	Unidades	Resultado de análisis Sancán			(Wi)	Valor Q			Q*wi		
		M1	M2	M3	Factor de ponderación	M1	M2	M3	M1	M2	M3
DO %	% saturación	44,5	50,1	53,7	0,17	38	45	49	6,46	7,65	8,33
Coliforme	NMP/100 ml	39	48	39,5	0,15	58	54	57	8,7	8,1	8,55
PH	pH	6,83	6,85	6,92	0,12	80	81	86	9,6	9,72	10,32
DBO5	mg/L	74	91	100	0,1	2	2	2	0,2	0,2	0,2
NO3	mg/L	1	1,25	1,1	0,1	96	96	96	9,6	9,6	9,6
PO4	mg/L	0,22	0,32	0,25	0,1	90	72	87	9	7,2	8,7
DS.Temperatura	°C	5,1	2,7	1,8	0,1	72	81	86	7,2	8,1	8,6
Turbidez	NTU	18,5	17,6	20,1	0,08	63	68	61	5,04	5,44	4,88
Solidos Totales	mg/L	210	212	217	0,08	71	72	72	5,68	5,76	5,76
ICA								61,48	61,77	64,94	

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

Tabla 28 Resumen de promedios ICA por puntos

Estación	ICA-Sancán	ICA-San Francisco
1	61,48	59,71
2	61,77	57,34
3	64,94	58,15

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

#### 4.2.1. Resultados Estadístico

##### Prueba T e IC de dos muestras: ICA-Sancán; ICA-San Francisco

Tabla 29 Estadística Descriptiva ICA

Ubicación	N	Media	Desv. Est.	Varianza	Error estándar de la media
ICA-Sancán	3	62,73	1,92	1,451	1,1
ICA-San Francisco	3	58,40	1,205	3,68	0,70

Fuente Minitab 18, Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

Tabla 30 Estimación de la Diferencia

Diferencia	Límite superior de 95% para la diferencia	IC de 95% para la diferencia
4,33	7,41	(0,17; 8,49)
	Hipótesis 1	Hipótesis 2

Fuente Minitab 18, Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

Según la tabla 30 se detectó una diferencia de 4,33 para el tamaño de 3 muestras en cada albarrada, lo cual indica que existe una probabilidad de diferencia del 60% al 65% entre las medias.

#### 4.2.1.1. Comprobación de hipótesis

Tabla 31 Descripción de Hipótesis a comprobar

Hipótesis	Hipótesis nula ( $H_0$ )	Hipótesis Alterna ( $H_1$ )
1	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ $H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$	La media del ICA-Sancán es significativamente menor que la media del ICA-San Francisco
2	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	La media del ICA-Sancán no es significativamente menor (Baja Calidad) que la media del ICA de San Francisco ( $p < 0,05$ )
	No hay diferencia significativa en las medidas de índice de calidad entre las albarradas La Grande-Sancán y La Albarrada San Francisco de Afuera	Hay una diferencia significativa en las medidas del índice de calidad entre las albarradas La Grande-Sancán y La Albarrada San Francisco de Afuera

Fuente Minitab, Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

#### Método

$\mu_1$ : media de ICA- Sancán

$\mu_2$ : media de ICA-San Francisco

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Se realizó la prueba de hipótesis en base al método T Student

Tabla 32 Comprobación de hipótesis Minitab18

Valor T	GL	Valor p-Hipótesis 1	Valor p-Hipótesis 2
3,31	3	0,045	0,977

Fuente Minitab 18, Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

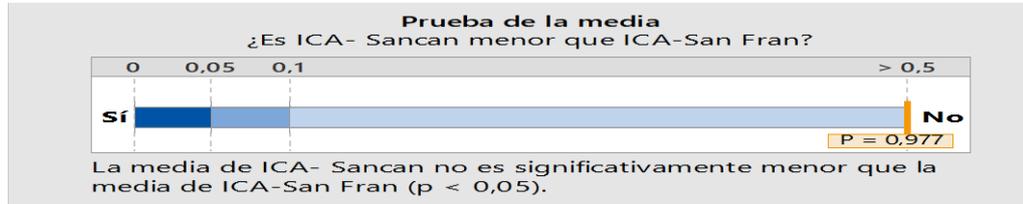


Figura 28 Valor p de prueba de hipótesis 1, Fuente Minitab 18

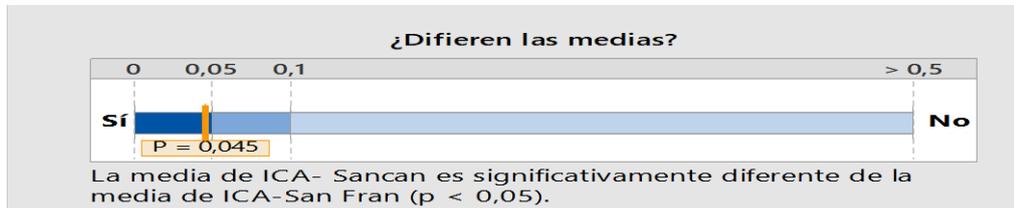


Figura 29 Valor P de prueba de hipótesis 2, Fuente Minitab 18.

Al comparar los resultados de las albarradas La Grande-Sancán y San Francisco de afuera, nos dice que en primer lugar el Ica- Sancán no es significativamente MENOR al Ica- San Francisco (figura 28); en segundo lugar, el ICA-Sancán y el ICA- San Francisco si son significativamente diferente con un valor  $p = 0,045$  (figura 29), concluyendo que, para las dos pruebas realizadas, se acepta la hipótesis alterna.

#### 4.3. Comparación Volumen y Calidad del agua

De acuerdo con los datos recabados en campo, se establece los siguientes resultados descritos en la tabla 33, referente al volumen y calidad del agua.

Tabla 33 Relación Volumen y calidad de agua

Albarrada	Área	Profundidad	ICA	Volumen $m^3$
Sancán	3963,44	1,2	61,79 media-buena	4756,13
San Francisco de afuera	10671,5	4,65	58,29 media	49622,46

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

#### 4.4. Objetivo 2: Determinación de uso y aprovechamiento de agua de las albardas-Encuestas

El estudio se centra en las albardas del recinto Sancán y San Francisco de afuera tomando en cuenta la población de aproximadamente 350 familias entre los recintos a ser encuestados., para el cual se calculó el tamaño de la muestra en base al 90% de confianza que equivale a 1,645, con probabilidad que ocurra del 85% y que no ocurra el restante, con un margen de error del 10% como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34 Datos para el cálculo de la muestra

Parámetro	Valor	Tamaño de muestra
N	350	"n" =
Z	1,645	<b>32</b>
P	85,00%	
Q	15,00%	
e	10,00%	

La encuesta se realizó a 22 habitantes de Sancán y 10 de San Francisco, para lo cual se efectuó un total de 21 preguntas, y los datos recabados de estas se procesaron a través de EXCEL, los cuales se tabularon mediante porcentajes; el empleo de tablas y gráficas facilitan la interpretación y análisis de los datos presentes a continuación tabla 35.

Tabla 35 Resultado de encuestas

PREGUNTAS	RESPUESTAS	San Francisco	Sancán
1)Cuál es su principal actividad económica	Agricultura	86%	66%
	Ganadería	x	9%
	Producción de ladrillo	x	6%
	Venta de tortillas	x	16%
	Otros	14%	3%
2) Cuantas personas habitan /viven en su casa	1 persona	14%	4%
	2 personas	x	4%
	3 personas	x	24%
	4 personas	14%	20%
	5 personas	43%	24%
	6 o mas	29%	24%
3) Cuantos tanques de agua usted necesita para sus actividades domésticas diariamente.	1	29%	48%
	2	57%	24%
	3	14%	8%
	4	x	8%

<b>PREGUNTAS</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>San Francisco</b>	<b>Sancán</b>
	5	x	4%
	6 o mas	x	8%
<b>4) Usted utiliza el agua de las albarradas</b>	SI	86%	64%
	NO	14%	36%
<b>5) Con qué frecuencia va a las albarradas a abastecerse de agua</b>	1 vez al día	29%	50%
	2 vez al día	29%	38%
	3 vez al día	43%	x
	1 vez a la semana	X	6%
	2 veces a la semana	X	6%
	3 veces a la semana	X	x
<b>6) Cuantos tanques de agua obtiene de las albarradas.</b>	1	71%	13%
	2	29%	44%
	3	X	13%
	4	X	6%
	5	X	6%
	6 o mas	X	19%
<b>7) Cuantos tanques de agua necesita para la producción de ladrillo (solo si realiza la actividad)</b>	4	X	
	5	X	
	6 o mas	X	100%
<b>8) De donde obtiene el agua para las actividades domésticas (cocinar, lavar alimentos, entre otros)</b>	Rio/vertiente	X	x
	Pozo	X	x
	Tanquero	100%	100%
	Albarrada	X	x
<b>9) El agua de las albarradas que usted acarrea para que es destinada</b>	Lavar ropa/platos (actv. Domesticas)	58%	34%
	Actividades agrícolas	33%	22%
	Bebedero de ganado	X	25%
	Producción de ladrillo	X	13%
	Otros	8%	6%
<b>10) ¿Cómo considera usted la calidad del agua de las albarradas?</b>	Mala	X	16%
	Regular	57%	72%
	Buena	43%	12%
<b>11) ¿Considera usted que las albarradas han mejorado el abastecimiento de agua?</b>	no	X	28%
	un poco	14%	24%
	si	86%	40%
	no sabe	X	8%
<b>12) Como es el Cuidado y mantenimiento que se proporciona a las albarradas</b>	Mala	X	40%
	Regular	43%	56%
	Buena	57%	4%
<b>13) ¿Considera usted que existe contaminación del agua?</b>	No	29%	4%
	un poco	71%	16%
	si	X	80%
	si	14%	36%

<b>PREGUNTAS</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>San Francisco</b>	<b>Sancán</b>
<b>13.1 Y esta es causada por basura de los hogares</b>	un poco		4%
	no	86%	60%
<b>13.2 El ganado (heces, orina)</b>	si	X	84%
	Un poco	X	
	No	100%	16%
<b>13.3 Agricultura (pesticidas, fertilizantes, entre otros)</b>	Si	X	12%
	Un poco	X	
	No	100%	88%
<b>14) ¿Considera usted que hace falta un control de aprovechamiento del agua?</b>	Si	43%	92%
	Un poco	43%	4%
	No	14%	4%
<b>15) Usted tiene acceso a información sobre la calidad del agua</b>	Si	x	x
	No	100%	100%
	No sabe	x	x
<b>16) Existe alguna entidad o personas encargadas de la administración, mantenimiento, cuidado y regularizaciones acerca del uso de las albarradas.</b>	Si	71%	8%
	No	29%	80%
	No sabe	x	12%
<b>17) Disponen o conocen de alguna ley que determine el límite de captación de agua para la conservación del volumen del agua en las albarradas.</b>	Si	43%	4%
	No	14%	4%
	No sabe	x	x
<b>18) Usted utiliza el agua de las albarradas para consumo directo (beber, cocción de alimentos)</b>	Si	x	x
	No	100%	100%
<b>19) De qué manera considera usted que se puede conservar el agua en las albarradas</b>	Reforestar	67%	32%
	Uso Racional	x	45%
	Limpieza/ mantenimiento	33%	13%
	otros	x	10%
	Falta de arboles	38%	26%
<b>20) Cuales considera usted que son las causas del deterioro de las albarradas</b>	Ganado	13%	28%
	Asentamientos cercanos (casas)	13%	5%
	Fabricación de ladrillos	x	33%
	Otros	38%	9%
	pozo	86%	24%
<b>21) De donde captan agua, cuando las albarradas cercanas no disponen del liquido</b>	tanquero	14%	16%
	N/D	x	60%

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M.*

#### 4.4.1. Resultados de encuesta

La principal actividad económica que se resalta entre los 22 habitantes encuestados en Sancán es la agricultura (66%) seguido de la Venta de Tortillas (16%), Ganadería (9%) Producción de Ladrillo (6%) y de los 10 encuestados en San Francisco es la agricultura (86%), y otras actividades (Figura 30).

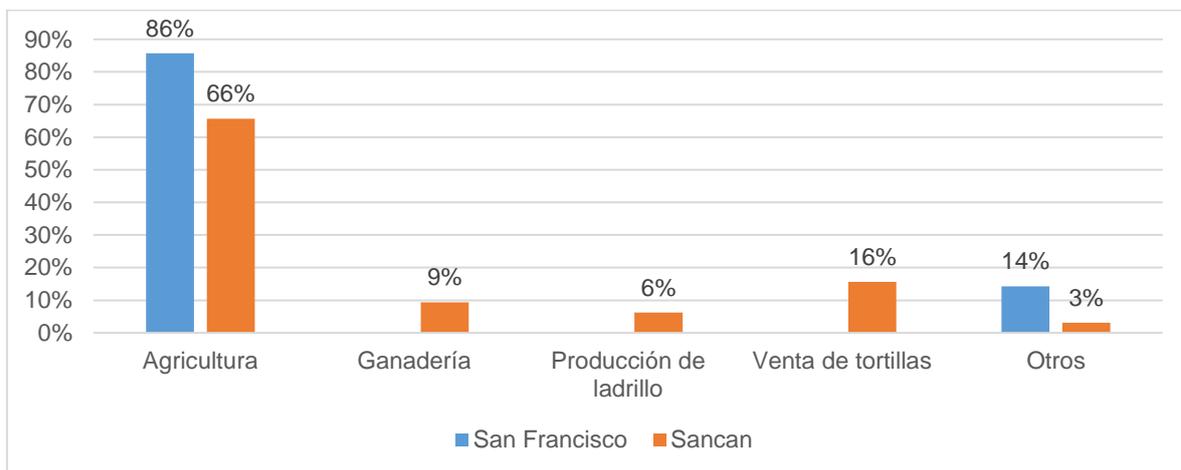


Figura 30 Principal Actividad Económica.  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

El núcleo familiar de los pobladores de Sancán y San Francisco se encuentra conformado por 5 o más integrantes; por ende, la cantidad de agua que necesitan para cubrir sus actividades domésticas (agua para cocinar, lavar alimentos) en San Francisco 57% y el 48% en Sancán corresponde 2 tanques diarios, siendo esta obtenida principalmente de tanqueros (figura 31).

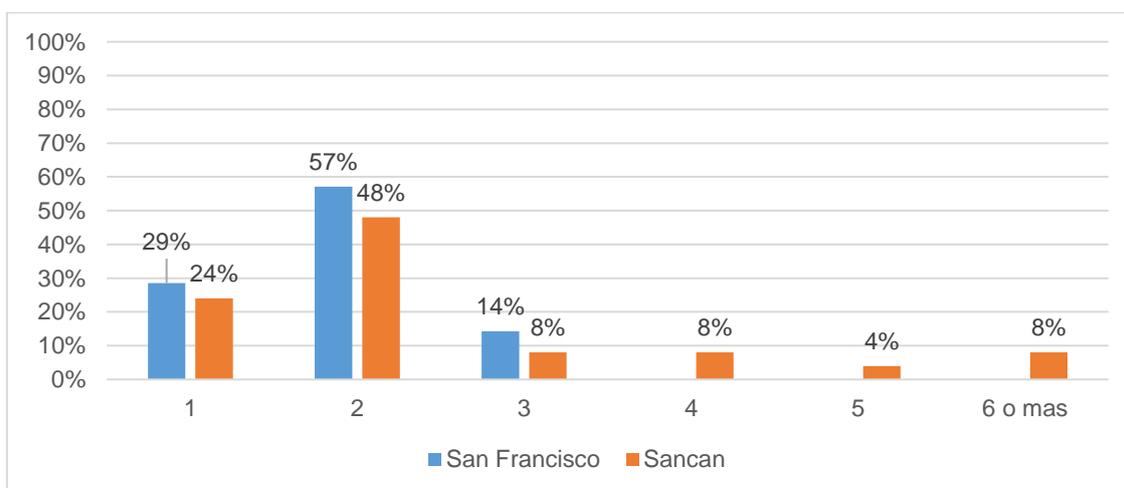


Figura 31 Cuantos tanques de agua necesita para sus actividades domesticas  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

En lo concerniente al uso de las albarradas representada en la figura 32; en Sancán el 64% y San Francisco el 86% de los habitantes afirmo que, si hace usos de estas; mientras que el resto, dijo que no, puesto a que solo usaban agua de tanqueros.

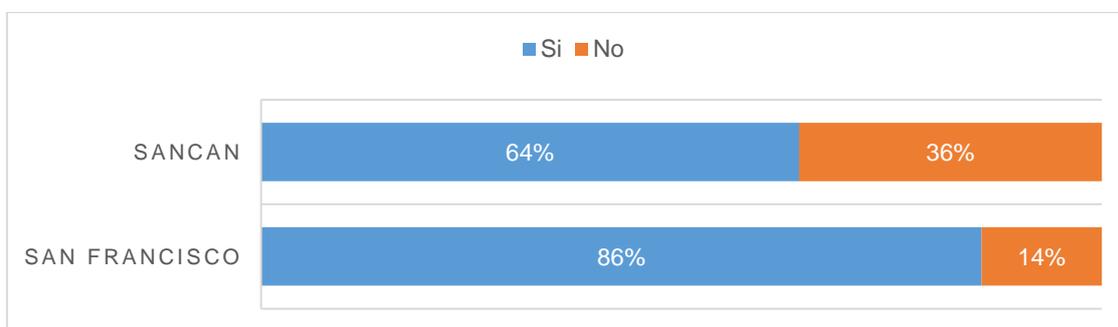


Figura 32 ¿Usa usted el agua de las albarradas?

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

La frecuencia con la que asisten al día o semana (figura 33 y 34) a abastecerse de agua de las albarradas radica en mayor media con el 50% una vez al día, seguido del 38% dos veces, otros aseguraron ir 1 a 2 veces por semana (6%) respectivamente en Sancán, la cantidad de tanques que utilizan se encuentra en 1 y 3 tanques el 13%, 2 tanques 44%, 4 a 5 tanques el 6% y 6 o más tanques el 19%; mientras que para San Francisco el 43% concurre 3 veces al día y 29% correspondió tanto a una y dos veces al día; en relación al número de tanques captados corresponde a un taque el 71%, dos tanques 29%.

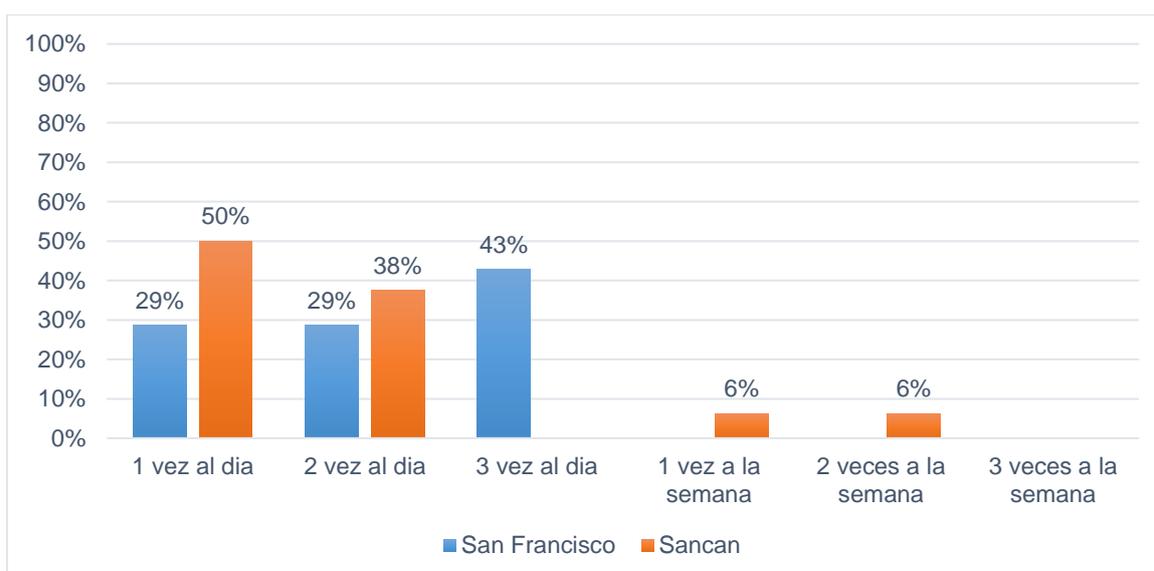


Figura 33 Con qué frecuencia va a las albarradas a abastecerse de agua

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

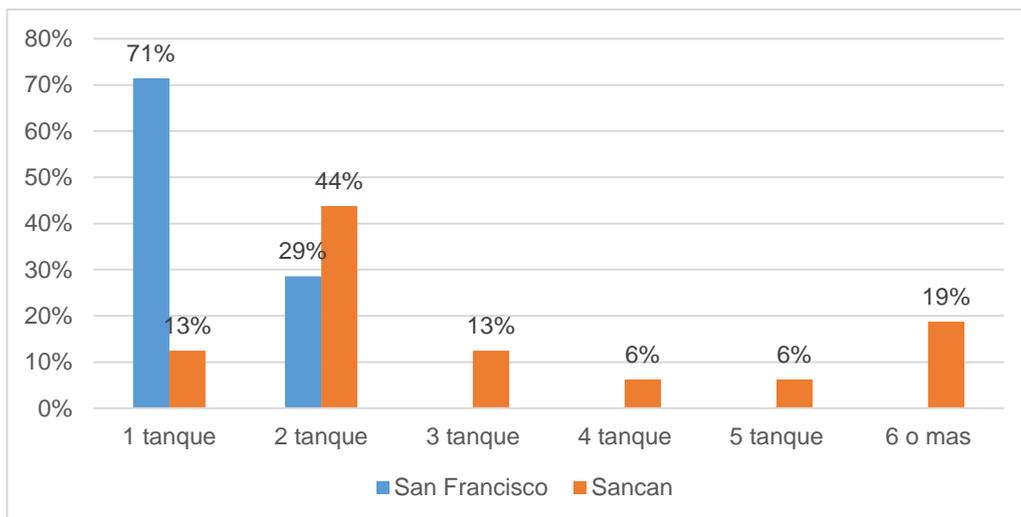


Figura 34 Cuantos tanques de agua obtiene de las albardadas.  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

El agua acarreada de las albardadas es usada mayormente para lavar ropa y platos (58% San Francisco, 34% Sancán), actividades agrícolas dentro de sus chacras (33% San Francisco, 22% Sancán), bebedero de ganado 25% y producción de ladrillo 13%, las dos últimas prácticas solo se realiza en Sancán, en la producción de ladrillos los encuestados manifestaron que usan entre 5 a 7 tanques diarios, según Álvarez S. G. et al. (2004), para la producción de 5000 ladrillos se utilizan 50 tanques de agua (figura 35).

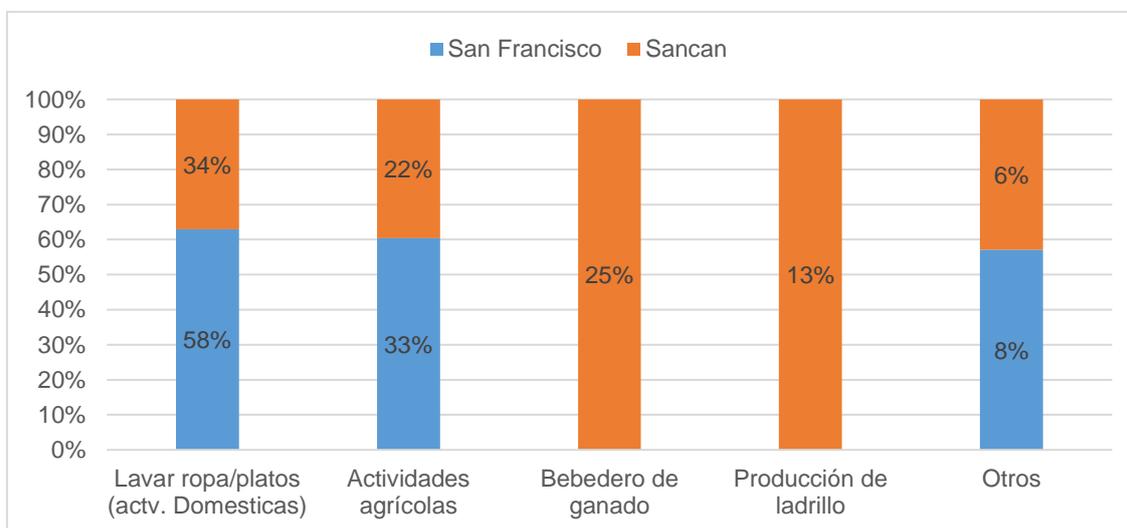


Figura 35 El agua de las albardadas para que es destinada  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

La mayor parte de los habitantes consideraron que la calidad del agua de las albardadas es regular seguido de buena y solo en Sancán fue considerada como mala según la figura 36.

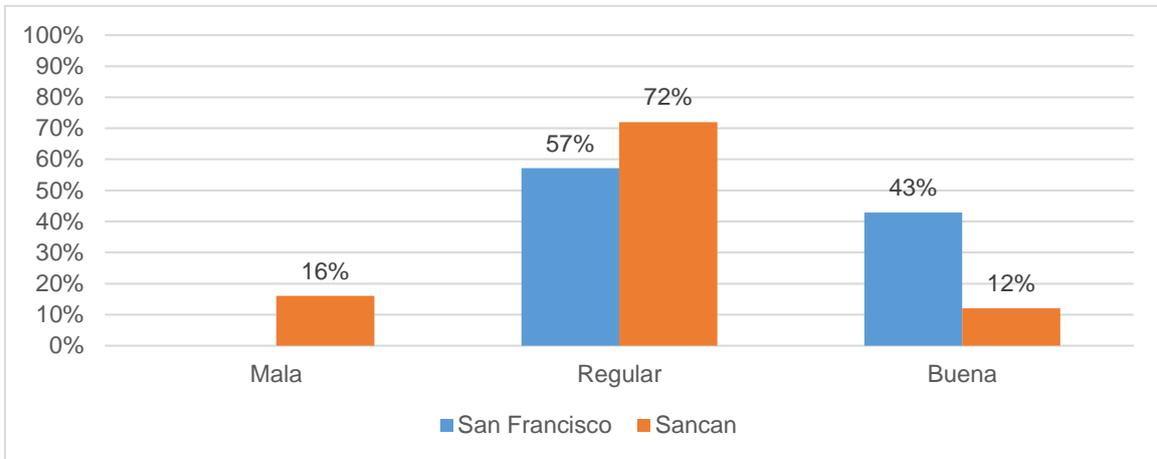


Figura 36 Como considera usted la calidad de Agua de las Albardadas  
 Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

Según la figura 37, el 86% de los habitantes de San Francisco y el 40% de Sancán consideran que las albardadas han mejorado el abastecimiento de agua en gran media en época seca, en Sancán el 24% considera que Un Poco, el 28% como No y el 8% No Sabe.

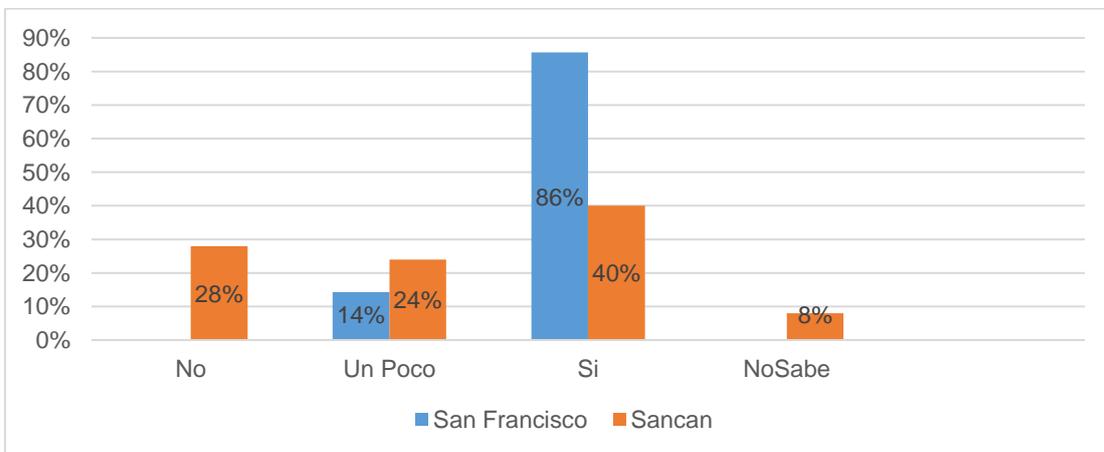


Figura 37 ¿Considera usted que las albardadas han mejorado el abastecimiento de agua?  
 Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

Según las figuras 38 y 39, muestra que el 65% de los habitantes consideraron que el agua de la Albarrada La Grande- Sancán se encontraba contaminada y esta se debía principalmente al ingreso de animales a beber agua, la cual ocasiona que se contamine con las heces. En San Francisco consideran que el agua está un poco contaminada según los pobladores se debe por basura que dejan personas ajenas al sitio, otra causa sería la coloración verdosa que presenta el agua y a la presencia de vegetación desconocida para ellos siendo el caso de la Totora o junco, además el Sr Pincay manifestó que “el suelo desnudo que deja la agricultura, así como el uso de químicos (fertilizantes, Plaguicidas) en la parte alta de la microcuenca afecta a la calidad del agua, ocasiona que en época invernal sea arrastrado todo a la albarrada” (encuestado 2018).

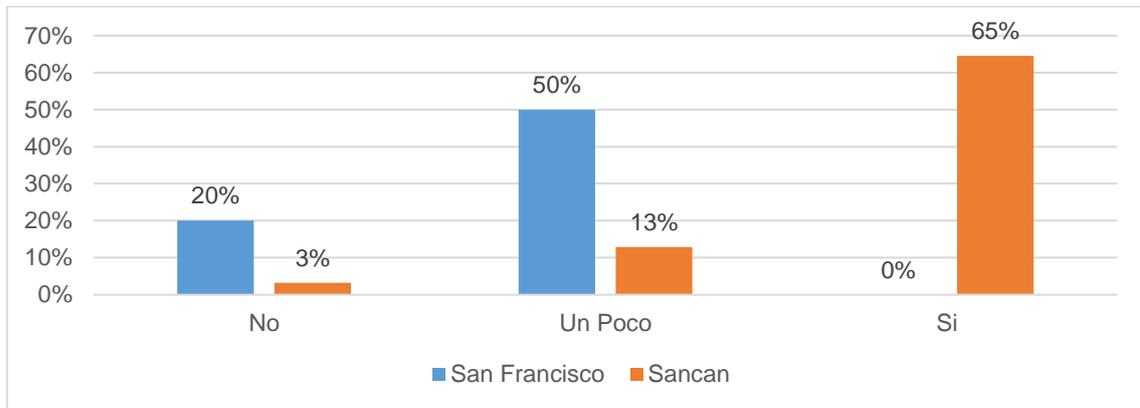


Figura 38 ¿Considera usted que existe contaminación del agua?  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

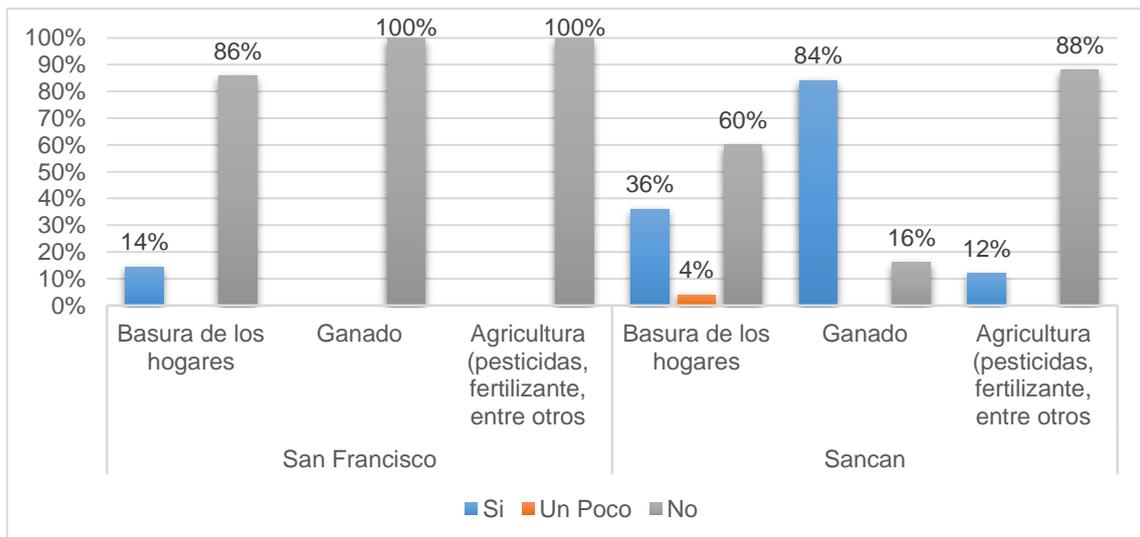


Figura 39 ¿Cuáles son las causas que considera contamina la albarrada?  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

El Cuidado y mantenimiento que se les proporciona a las albardas tanto en Sancán como el San Francisco es Regular, debido al falta de coordinación por parte de los habitantes para realizar las labores de mantenimiento (figura 40).

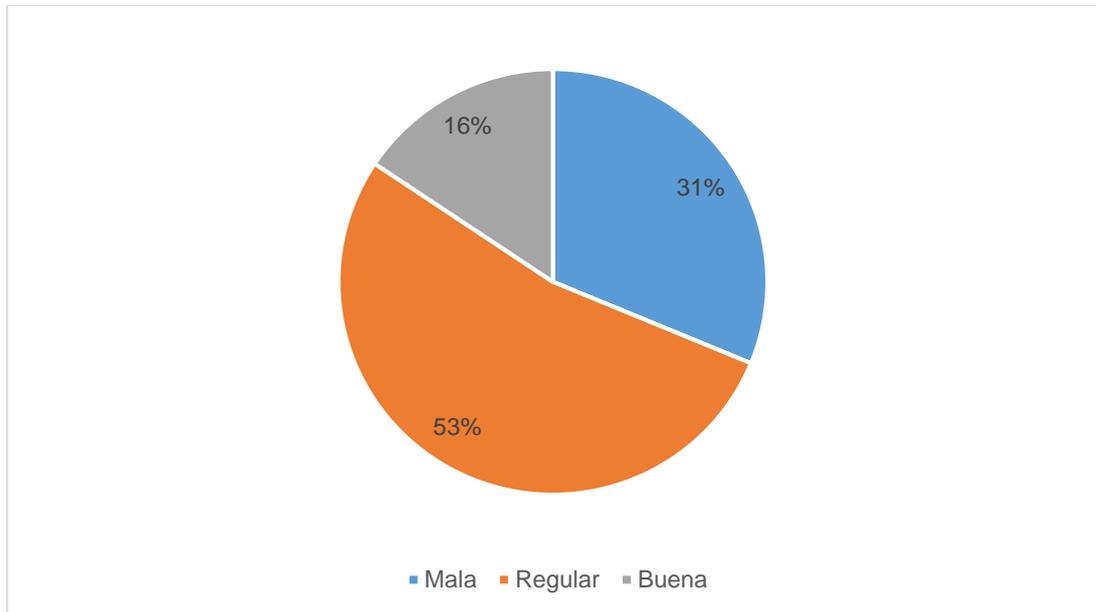


Figura 40 ¿Como es el Cuidado y mantenimiento que se proporciona a las albardas?

#### 4.5. Objetivo 3: Análisis de las condiciones del área de influencia de los tributarios y albarradas determinando cambios a los alrededores

En base al recorrido de campo realizado a las albarradas (ver anexos 1 al 5) se determinaron las siguientes condiciones descritas en la tabla 36.

Tabla 36 Descripción de Situación actual de las albarradas

<i>Albarrada</i>	<i>Condiciones del área</i>
<b>La Grande-Sancán (ALGS)</b>	Se encuentra en el extremo norte del poblado del mismo nombre, rodeadas por viviendas; presenta escasos árboles circundantes al cuerpo de agua, en su mayoría son arbustos de 1 metro de altura, los cauces de primer orden que alimentan a la albarrada, fluyen a través del poblado, sin vegetación alguna, contribuyendo que estos presenten mayor erosión sea el viento como por el agua en época invernal, donde la escorrentía ocasiona el arrastre de desechos y material hacia el reservorio generando mayor presencia de sedimentos en el fondo creando un problema.
<b>La de San Francisco de Afuera (ASFA)</b>	Esta presenta mayor cuidado y cobertura de vegetación en relación a la de Sancán; a su alrededor se pudo observar árboles, en las orillas de vegetación tipo césped, el problema que los habitantes mostraron su descontento con el agua de esta albarrada es la coloración que presenta; según indican varios entrevistados esto se debería a la introducción de peces, y plantas acuáticas conocida como totora además la zona se está viendo afectada por la expansión de la frontera agrícola produciendo que en parte altas queden sin vegetación, causando que en época invernal los tributarios arrastren consigo material a al
<b>*La de los Ladrilleros o la del Bosque</b>	Se encuentra a 600 m de la albarrada La Grande-Sancán, en sus proximidades se pueden observar ladrilleras artesanales las cuales obtienen agua de este sistema.
<b>*La Gallinita; La del Camino a Pacheco</b>	Se encuentra en dirección camino a San Francisco de Afuera, la cual está un poco apartada, con poca presencia de viviendas en sus alrededores.
<b>*La de Cañarte</b>	Se encuentra a 400 m de la albarrada principal en las cercanías de esta albarrada se pudo evidenciar asentamientos de casas recientes, lo cual indica que se están acercando más a zonas que son protegidas, pudiendo causar con el tiempo contaminación por instalaciones de pozos sépticos. Además, se evidencio presencia residuos dentro del vaso de la albarrada entre ellos llantas, botellas.
*Albarrada sin Agua para la fecha de muestreo.	

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M.*

Con ayuda del software ArcGIS se estableció el área de influencia 5 metros alrededor de las albarradas y de 50 metros alrededor de los tributarios, base al Art. 62 Servidumbre de uso público de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos y Aprovechamiento del Agua, mediante la plataforma EOS y la interfaz web landviewer se realizó el análisis de las imágenes representadas en las figuras 29 a la 36.

En un área de 12.64km<sup>2</sup> se puede observar en la tabla 37 que en 5 años la zona en la que se encuentra la albarrada San Francisco existe una reducción del total de la vegetación densa, la vegetación moderada reducido un 26.07%, las áreas con escasa vegetación aumento el 2.21% del año 2013 al 2018, y aumento significativo de suelos abiertos 24.74% el cual se debe a la expansión de la agricultura.

Tabla 37 Comparación de NDVI en el área de San Francisco de Afuera.

<i>NDVI San Francisco</i>	<i>2013 LandSat8</i>	<i>2018 Sentinel2</i>
<b>Densa Vegetación</b>	0.8%	0%
<b>Vegetación Moderada</b>	28.96%	2.89%
<b>Escaza Vegetación</b>	68.32%	70.53%
<b>Suelo Abierto</b>	1.83%	26.57%
<b>Sin Vegetación</b>	0.03%	0.01%

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

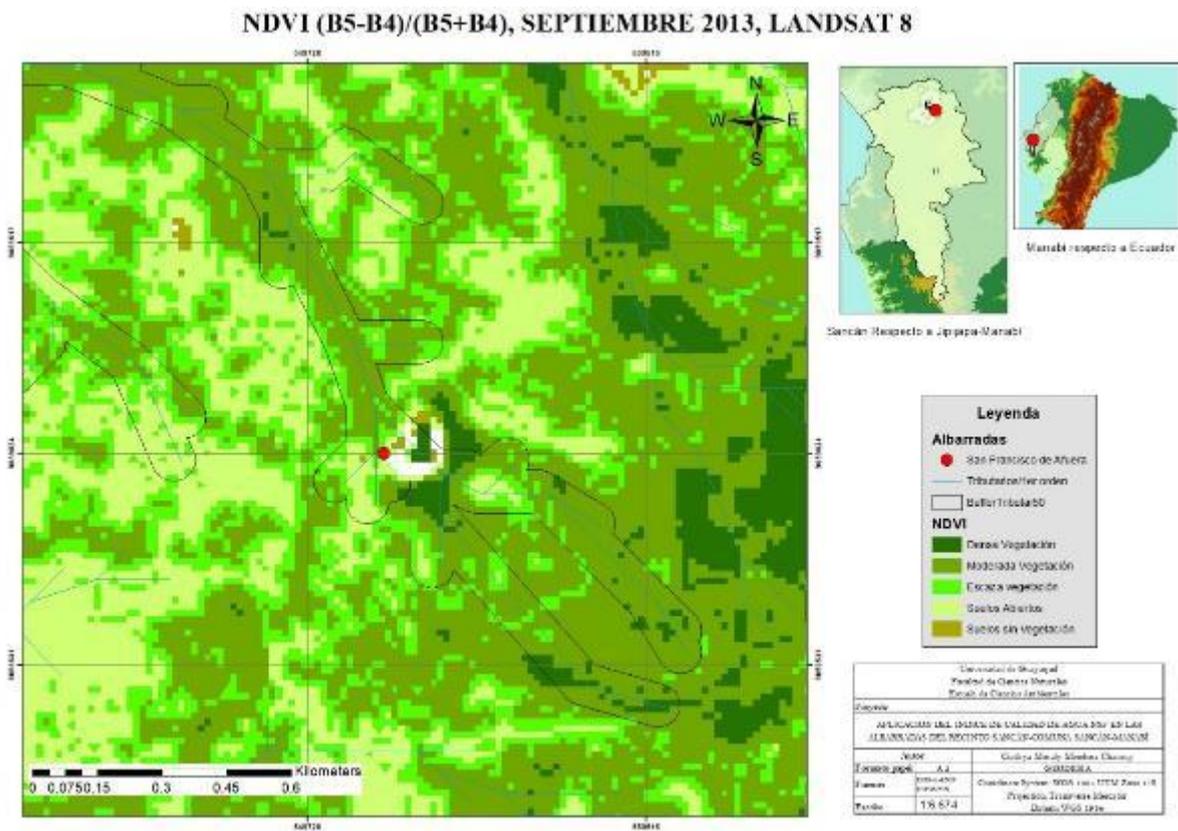
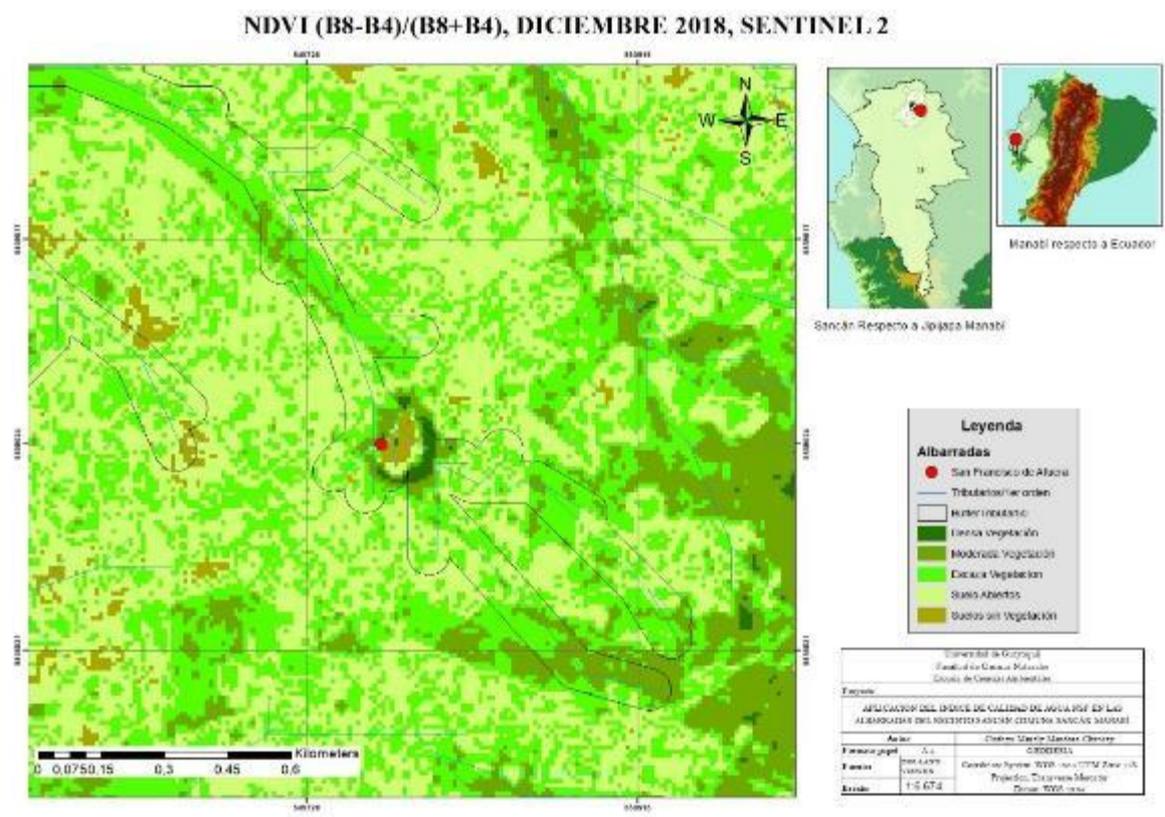


Figura 41 Índice Normalizado de diferencia de vegetación 2013 San Francisco  
 Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



*Figura 42 Índice Normalizado de diferencia de vegetación 2018 San Francisco  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.*

En el área de Sancán el análisis de cambios en 5 años muestran una gran reducción de las zonas de densa y moderada vegetación, aumentando notablemente los suelos abiertos, y zonas sin vegetación como se observa en la Tabla 38.

*Tabla 38 Comparación de NDVI en el área de Sancán*

<i>Vegetación Sancán</i>	<i>2013 sept, Landsat8</i>	<i>2018 dic, Sentinel2</i>
<b>Densa Vegetación</b>	0.25%	0.01%
<b>Vegetación Moderada</b>	18.19%	1.08%
<b>Escaza Vegetación</b>	80.36%	78.61%
<b>Suelo abierto</b>	1.48%	19.65%
<b>Sin Vegetación</b>	0.07%	0.02%



## Vegetación (Infrarrojo) San Francisco

### VEGETACIÓN (B5-B4-B3), SEPTIEMBRE 2013, LANDSAT 8

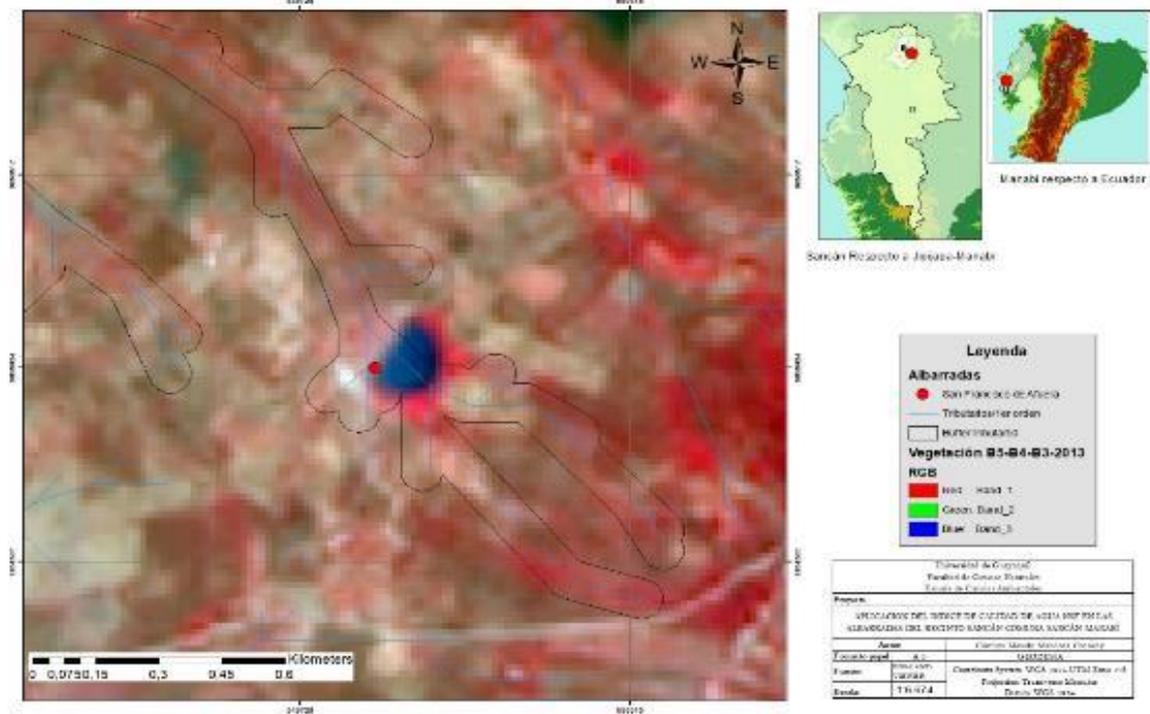


Figura 45 Representación color infrarrojo (Vegetación) 2013 San Francisco

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

### VEGETACIÓN (B8-B4-B3), DICIEMBRE 2018, SENTINEL 2

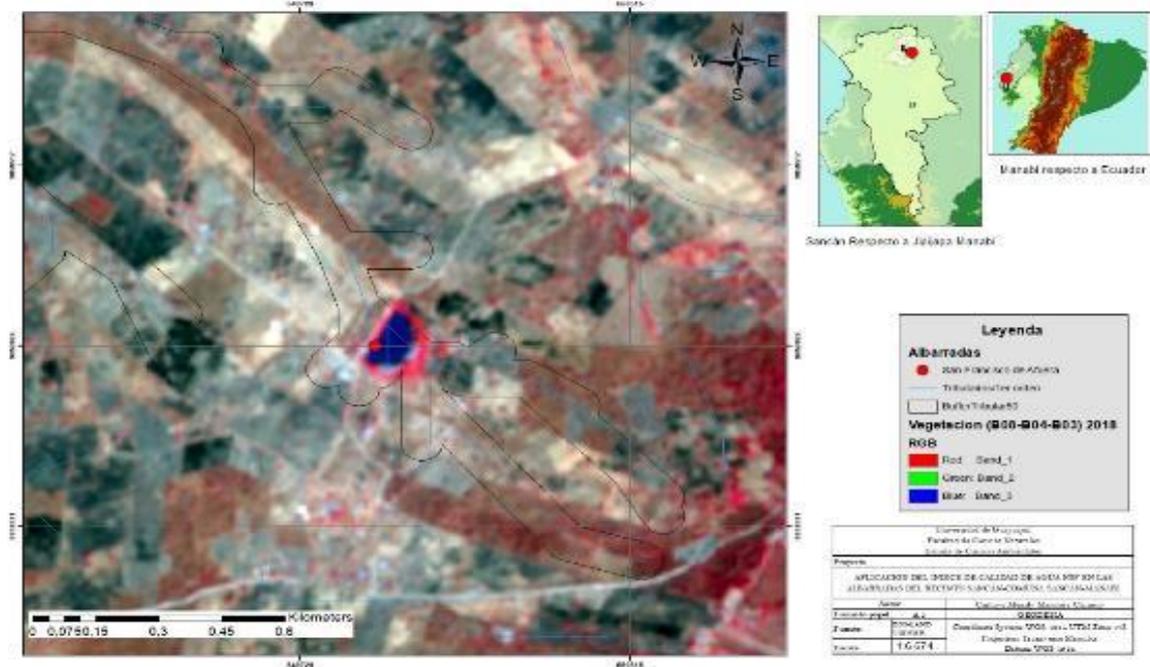


Figura 46 Representación color infrarrojo (vegetación) 2018 San Francisco

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

## Vegetación (Infrarrojo) Sancán

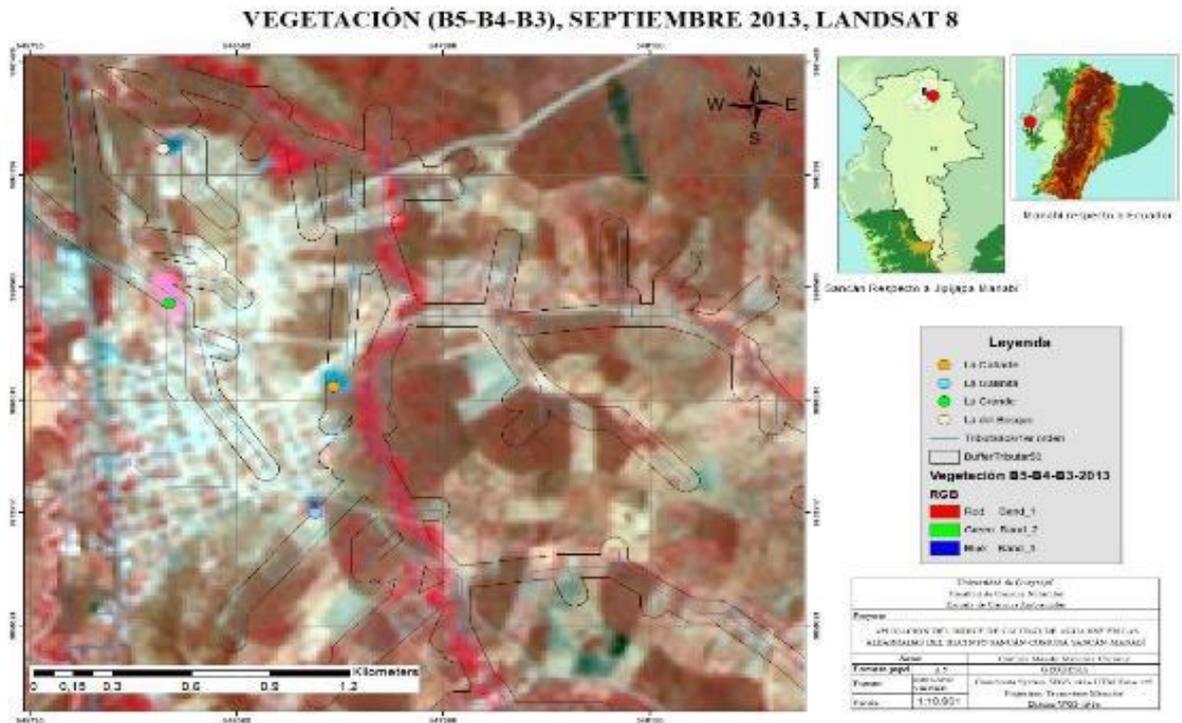


Figura 47 Representación color infrarrojo (vegetación) 2013 Sancán  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

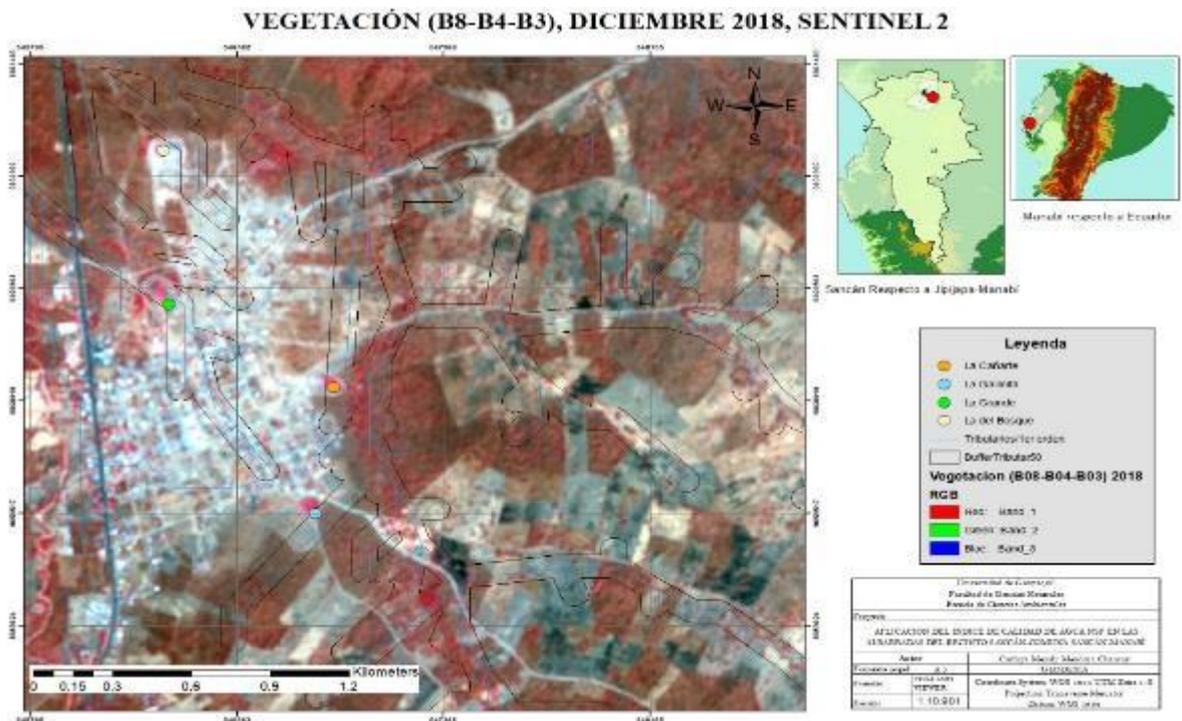


Figura 48 Representación color infrarrojo (vegetación) 2018 Sancán  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

#### **4.6. Objetivo 4: Establecer medidas de reducción de impactos negativos**

- Según (Hamilton, y otros, 2009) la contribución principal de los bosques al equilibrio hidrológico de los ecosistemas de las cuencas es mantener la buena calidad del agua, debido a que se minimiza la erosión local del suelo, se reducen los sedimentos en las masas de agua (humedales, estanques y lagos, arroyos y ríos) y se detienen o filtran otros contaminantes del agua en la hojarasca y el sotobosque.
- A nivel general las situaciones de gran importancia según la FAO en el estudio realizado por Hamilton, et al. (2009), para los recursos hídricos y su ordenación son:
  - Deben mantenerse los bosques nubosos porque son importantes para la producción de agua, control de la erosión y mantenimiento de la biodiversidad, y la pérdida de bosques nubosos es irreversible debido a las complejas relaciones que hay entre su flora, su fauna y el suelo.
  - La salinización es un problema generalizado, en particular en las regiones de estiaje prolongado, ocasionadas por actividades humanas, sobre todo por cambios realizados a la cubierta vegetal y por exceso de irrigación; se debería evitar la deforestación de zonas boscosas donde el subsuelo o las aguas subterráneas son salinas.
  - Las franjas de vegetación a lo largo de los arroyos o los ríos y en torno a los lagos y estanques son una importante protección para el agua. Las zonas de protección boscosas desempeñan particularmente bien esta función gracias a sus sistemas de raíces profundas y firmes.
  - Deberían identificarse las zonas boscosas de protección en las riberas de los ríos que defienden de daños a la calidad los cursos de agua perennes y otras masas de agua y designarse oficialmente para recibir un trato especial en materia de uso del suelo (Hamilton, y otros, 2009, págs. x-xi).

**A continuación, se describe las medidas para cada albarrada estudiada.**

## Albarrada Sancán

Tabla 39 Medidas de Reducción de Impactos Negativos Sancán

<b>Problema</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Medidas</b>
<b>Acceso directo de animales de corral</b>	Contaminación del agua con parásitos Gastrointestinales provenientes de las heces.	Montar abrevaderos y evitar que los animales tomen agua directamente de la fuente en verano, para que así no se contaminen
<b>Residuos solidos</b>	La basura deposita en las calles es transportada por el viento y por escorrentía.	Mejorar el manejo y deposición de residuos. Implementar centro de acopio para materiales reciclables.
<b>Expansión de frontera agrícola</b>	Escaza vegetación en laderas Disminución del Bosque seco tropical	Ejecutar proyectos de reforestación en las orillas de las fuentes de agua: como los ríos, arroyos entre otros; manteniendo el suelo con cobertura vegetal, evitando que este se quede desnudo
<b>Exceso de Micrófitas Lechuga de agua</b>	Disminución del espejo de agua, El contacto con la piel ocasiona picazón	Aislar una porción de estas y utilizar para la producción de biofertilizantes * Talleres de capacitación de los beneficios y usos de las plantas acuáticas.

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

\*La transformación de biomasa vegetal en abono orgánico es uno de los tratamientos más comunes para el reciclaje de nutrientes (N y P), el cual se logra a través del compostaje que consiste en la degradación/transformación de material orgánico en un producto llamado composta (biofertilizante o abono orgánico) rico en nutrientes y humus; lo anterior es adecuado siempre y cuando la biomasa no haya sido usada para el tratamiento de aguas residuales con contaminantes tóxicos (metales, colorantes, etc.); comúnmente la biomasa vegetal es mezclada con otro residuo para lograr una mejor degradación de la materia orgánica (GBA, 2018).

## Albarrada San Francisco

Tabla 40 Medidas de Reducción de Impactos Negativos San Francisco

<b>Problema</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Medidas</b>
<b>Crecimiento de algas y plantas</b>	Carga de nutrientes	Implementar estrategias que permitan reducir el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos en la parte alta de la microcuenca; y optar la utilización de productos Orgánicos. Promover las campañas agroecológicas
<b>Totora (molestia a pobladores)</b>	Desconocimiento de los pobladores acerca de los beneficios que aportan la especie al sistema	Implementar talleres a cerca de las funciones, beneficios y usos de las plantas acuática, dirigidos a los habitantes*.
<b>Coloración</b>	Afectación visual Afectación de la calidad de agua	Reducir la carga de nutrientes como nitrógeno, fosforo y calcio.
<b>Expansión de la frontera agrícola</b>	Disminución del bosque húmedo tropical.	Ejecutar proyectos de reforestación con especies nativas del lugar para asegurar su desarrollo.

\*El manejo adecuado de la vegetación acuática es de vital importancia; por el papel que desempeñan al interior de los humedales, estanques, lagos, pantanos, Ciénegas de poca profundidad en pequeñas superficies (RAMSAR, 2006). las totoras son vegetación herbácea que se desarrolla en las orillas de la Albarrada San Francisco de Afuera; estas plantas ayudan a limpiar el agua; también son consideradas como materia prima, básicamente como fibra de amarre, los tallos más gruesos y suaves son ideales para la elaboración de muebles, y los tallos más duros son usados para hacer canastas y adornos en miniatura (Rosales, 2015).

Implementar un sistema de potablización y almacenamiento del agua proveniente de las albardas o pozos, mediante torres elevadas, el cual debe de constar de los siguientes elementos descritos en la tabla 41, el cual el agua debe ser captada y almacenada en tempora invernal, para que en temporada seca se encuentre disponible para satisfacer las necesidades de consumo domestico ( cocinar, beber, aseo personal).

*Tabla 41 Elementos de sistema de potablización*

<b><i>Elemento</i></b>	
<b>Captacion</b>	Proveniente de las albardas
<b>Estacion de Bombeo</b>	Ubicada en las albardas
<b>Linea de Suspension</b>	Desde la estacion hacia el Tanque de reserva.
<b>Planta de potablización</b>	Requerimiento de tratamiento de acuerdo a la condicion del agua de la albarda.
<b>Taque elevado</b>	Agua potablizada almacenada en el tanque.
<b>Dotacion de Agua</b>	Por redes directas a las casas controlada con medidores o por directa toma en el lugar.

*Autor Mendoza Ch. Cinthya M. en Base a Diseño de agua potable para Augusto Valencia, Cantón Vinces, Provincia Los Rios, 2016, Lárraga Bolívar.*

## 4.7. DISCUSIÓN

**OBJ 1:** En el trabajo de Pérez (2016), se destaca que el resultado del ICA de los jagüeyes estudiados presentan valores cercanos a entre 34.29 en época seca, lo que corresponde a un agua de mala calidad y afirmando que la concentración de varios parámetros en los jagüeyes aumenta en temporada de estiaje debido a que el volumen de agua se reduce un 40% (pág. 158). Según Tundisi, J.G (1994) menciona que “las fluctuaciones en el nivel del agua en lagos, ciénagas, pequeños ríos y canales son responsables de los cambios temporales en las concentraciones de nutrientes y materia orgánica, en estos ambientes” (Garcés & Flórez, 2014, pág. 98).

En la revisión bibliográfica realizada Wu et al, (2017) describe que el efecto de nivel en la calidad del agua basado en el método ICA en el Lago Dointing, se muestra que el aumento del nivel de agua tiene un efecto neto positivo en la calidad, principalmente por la dilución de las concentraciones de nutrientes a escala estacional; en el lago Poyang la dilución por precipitación sugiere que juega un papel importante en esta relación inversa, donde se encontró que la calidad mejora en niveles altos y disminuye en niveles bajos, asimismo el ingreso de agua puede influir en la Re suspensión del sedimento y liberación de nutrientes siendo esto alto en invierno y bajo en verano, ocasionando que la calidad se deteriore con el tiempo.

En lo anteriormente expuesto la calidad y la cantidad de agua son aspectos importantes para determinar el uso; el resultado del ICA y el volumen en las albardas estudiadas para la época seca de colección de muestras registradas en el mes de noviembre, presentan valores de 61,79 y un volumen 4,756.13 m<sup>3</sup> con una profundidad de 1,2 m siendo esto solo  $\frac{1}{4}$  de la capacidad total de la albarda La Grande-Sancán y en San Francisco de Afuera el ICA es de 58,29; el volumen 49,622.46 m<sup>3</sup> con 4,65m de profundidad estando con un nivel considerable. Al comparar el ICAs de las dos Albardas se establece que la calidad del agua corresponde a MEDIA O REGULAR; estos valores tendrían relación en la ASFA a el elevado nivel de DBO<sub>5</sub> y turbidez; en ALGS tendría incidencia, coliformes fecales y la DBO<sub>5</sub>.

En el trabajo de Alarcón y Ñique refiere que la presencia de concentraciones de fosfatos está relacionado con el uso de fertilizantes, corroborando lo dicho por Gonzáles, 2011, quien menciona que “tanto los fosfatos, como los nitratos son un problema ambiental, que aumenta la eutrofización de las aguas en los sistemas lénticos, resaltando que los nitratos son la mayor fuente de contaminación de lagos y otras masas de agua, mientras que los altos niveles de fosfato promueven la sobreproducción de algas y malezas acuáticas” (Alarcón P & Ñique A, 2014, pág. 125).

De lo anteriormente expuesto en el presente estudio se constató la presencia de malezas acuáticas y algas; en el cual el principal aporte de nutrientes en la Albarrada La Grande-Sancán (ALGS) es proveniente de las excretas de animales y en la Albarrada San Francisco de afuera (ASFA) el aporte proviene de actividades agrícolas tales como el uso de Agroquímicos que se desarrollan en las partes altas de la micro cuenca y que llegan por la escorrentía en invierno.

La cobertura total de estas macrófitas sobre el espejo de agua puede ser un indicador del estado trófico del sistema (Mancera Q., 2016, pág. 26). De acuerdo revisión bibliográfica realizada por Gómez R. (2017) estudios han demostrado que las *Pistia stratiotes* o lechuga de agua al ser macrófitas flotante son eficientes en la remediación de aguas con contenidos de nutrientes, materia orgánica, bacterias patógenas y sustancias toxicas , al realizar la fotosíntesis, emplean dióxido de carbono disponible en la atmósfera y disuelto en el agua y el oxígeno que producen lo integran al agua a través de su sistema radicular, los nutrientes son tomados de la columna de agua a través de las raíces, y así también constituyen la filtración/absorción de sólidos suspendidos (2017, pág. 24).

Al comparar estas evidencias el presente trabajo concuerda con lo anterior expuesto, en el cual se evidencio que en la ALGS existe la presencia de lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) cubriendo toda la superficie del agua; lo que probablemente contribuye a que él no se encuentre totalmente deteriorada considerando que esta tiene afectación directa de las excretas de los animales de granja, y menor cantidad de agua; además de un deficiente cuidado del sistema; aun cuando todas estas variables crean aparentemente una calidad de agua Mala, en esta albarrada se obtuvieron bajos valores en los análisis y

por ende el resultado de un ICA Aceptable o regular con tendencia a Buena, por lo que probablemente se deba a la presencia de macrófitas en el espejo de agua, específicamente *Pistia stratiotes* o lechuga de agua la cual según estudios está es usada en procesos de Fitorremediación por su alta capacidad de absorción de contaminantes, regulando así la cantidad de sólidos.

La ASFA presenta mejor manejo en relación al cuidado y aprovechamiento del agua, los habitantes de este sitio preservan el agua de forma tal que esta no se vea afectada por ingreso de animales, específicamente del ganado de otros sectores; a pesar de esto en la visita se pudo constatar que existía presencia de heces en las zonas cercanas a la orilla, debido a que ciertas personas, para acarrear agua aproximan los equinos, o los dejaban pastando, algo que está terminantemente prohibido según comento el encargado de la vigilancia de esta albarrada.

Los patógenos fecales de animales son algunos de los que más atención necesitan a la hora de fijar una mayor protección de la salud; en muchas ocasiones suelen ser responsables de variaciones bruscas de la calidad microbiológica del agua, con aumentos repentinos de concentración de patógenos y el consecuente riesgo de brotes de enfermedades (Chavarrias, 2009). En el caso del trabajo realizado referente a coliformes estos se encuentran bajo el nivel permisible.

**OBJ2:** Según el análisis socio-ambiental de la utilización de albarradas realizado por Escobar (2014), estableció que 85% de la población construyo albarradas por la falta de agua, en relación al aspecto ambiental la calidad de agua tiene una tendencia a contaminación, y mediante los análisis basados en la calidad de agua para riego, se determinando que el agua es de buena calidad; además de beneficiar en la recarga de acuíferos, los problemas que presentan las albarradas es la sedimentación causando azolvamiento; en la investigación realizada se observó gran concentración de sedimentos en la Albarrada la Grande Sancán además de las encuestas realizadas en el presente trabajo las albarradas son el principal medio de abastecimiento, en lo referente a la calidad del agua esta puede ser usada para riego sin tratamiento.

**OBJ3:** En trabajo realizado por Rios, Laguado, Trujillo, & Sanchez (2012), denomino ANÁLISIS Y MODELACIÓN DE DEFORESTACIÓN PARA LOS AÑOS 1990, 2000 Y 2010 EN EL CORREDOR MANU-AMARAKAERI; expresa que el desarrollo económico, el crecimiento de la población y la expansión agrícola se caracteriza por la pérdida de biomasa vegetal; en este sentido, transformar la cobertura de los bosques tropicales, por vegetación principalmente gramínea, causa en escala continental un aumento significativo en la temperatura superficial y la disminución de la evaporación y la precipitación; la disminución de la biomasa aumentaría la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera y así contribuiría al calentamiento global.

De acuerdo con Castro (2018), en el trabajo de investigación en el recinto San Pablo de la comuna Sancán, determino que las causas de deforestación en el recinto es el 50 % por la ampliación del área agrícola, la cual se utiliza principalmente el cultivo de maíz y la tala especies arbóreas que son utilizadas como combustible para las ladrilleras y construcción de viviendas, ocasionando así, la perdida de especies nativas de flora y fauna, erosión del suelo y desestabilización de las capas freáticas aumentando las áreas desérticas (pág. 67).

Por lo tanto, de acuerdo a lo expuesto anteriormente, el presente trabajo el área de estudio se centran en la misma comuna denominada Sancán donde se destaca que el terreno es mayormente usado para actividades agrícolas, según el análisis de vegetación realizado en un periodo de 5 años se muestra una reducción de la cobertura vegetal, aumentando los suelos descubiertos en las zonas circundantes a los tributarios de primer orden, así como de las albardas, generando que el ciclo hidrológico se altere, además de que exista mayor arrastre de sedimentos.

**Obj. 4:** Según el estudio realizado por Hamilton et, al (2009) indica que se debería evitar la deforestación de zonas boscosas donde el subsuelo o las aguas subterráneas son salinas, por ello esta recomendación es aplicable en la investigación pues según un estudio hidrogeológico realizado en diversos puntos de la comuna se determinó que el área presenta acuíferos de tipo somero con indicios de salobridad.

## CAPÍTULO V

### 5.1. Conclusiones

Se concluye que:

Según los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados, muestran que entre los parámetros existe una diferencia marcada de los valores de la ALGS, la cual es menor, en relación a los valores de ASFA, a excepción de DBO5 y Coliformes fecales, en donde la ALGS muestra tener un promedio de valores más altos (88,33 y 42,17) en comparación con La ASFA (73,7 y 8,83), en consecuencia los resultados indican una baja contaminación, revelando que los parámetros en su mayoría se encuentran dentro de los límites permisibles.

Los resultados obtenidos del cálculo del ICA en las albardas estudiadas en época seca presenta valores la ALGS 61,79 y ASFA 58.29; se estableció que el agua presenta una calidad media o aceptable, en el cual es indispensable un tratamiento de potabilización para ser utilizada para consumo humano y en relación al riego, el agua puede ser utilizada en la mayoría de los cultivos, los valores obtenidos tendría relación según la visita de campo a diferentes motivos entre ellos el manejo, cuidado y protección. En referencia al volumen se concluyendo que no se puede establecer una conexión entre el volumen y la calidad del agua, por lo cual se necesita un estudio más detallado.

De acuerdo con los artículos revisados se establece que es suma importancia el realizar un estudio estacional o interanual a las albardas y así poder determinar la influencia de las precipitaciones en la calidad, además de como el volumen disponible influye en la calidad, debido a que en el presente estudio solo se realizaron análisis en época seca.

En cuanto a los usos que se le da al agua provista por este sistema en todas las entrevistas realizadas en San Francisco mencionaron que el agua se usa principalmente para los quehaceres del hogar, lavar ropa, platos, bañarse y cuidado de jardines o huertos familiares; en segundo lugar, se usa para abrevar animales pequeños (Pollos, cerdos) utilizando 1 a 2 tanques al día y en el caso de Sancán se prioriza el uso para mantener el

ganado, seguido de quehaceres del hogar y fabricación de ladrillos, utilizando de 2 a 4 tanques al día para actividades domésticas y 6 o más para la producción de ladrillo, los tanques cuentan con una capacidad aproximada de 200 litros . Cabe destacar que en todas las encuestas se menciona que el agua es mayormente para lavar y ningún entrevistados manifestó que se use para beber o cocinar.

Según manifestaron los pobladores de San Francisco el agua de la albarrada presentaría una mala calidad, probablemente tengan relación con la presencia de peces; cabe destacar que no se pudo identificar la especie, indicaron que según su criterio la albarrada de Sancán presentaría mejor calidad debido a que el agua se aprecia clara, al mismo tiempo en los encuestados se presentaron opiniones divididas acerca de los beneficios que posee la lechuga de agua en el medio, por un lado manifestaron que ocasionaba un problema para captar agua puesto que cubre toda la superficie del agua, su raíz de gran extensión ocasiona que les pique el cuerpo cuando proceden a quitarla del área de donde se abastecerán; y la otra parte manifiesta que evita se evapore rápido el agua además de mantener clara el agua.

Mediante el análisis de los cambios de vegetación ocurrido a los alrededores realizado en un periodo de 5 años se determinó que la pérdida de cobertura vegetal en la zona se debe principalmente a la agricultura que se la realiza de forma intensiva, ocasionando que los suelos descubiertos aumentando los procesos erosivos, reduciendo los bosques secos y húmedos tropicales del área.

En los resultados se propone las medidas de reducción de afectación a la calidad de agua de las albarradas, en la que se destaca el mejorar el manejo del sistema, ejecutar proyectos de reforestación en el área.

## 5.2. Recomendaciones

- Realizar estudios en época invernal; asimismo estudios interanuales en las albarradas, para conocer la tendencia de las concentraciones de contaminantes, y realizar la correcta gestión del recurso.
- Monitorear el cambio de uso del suelo y su incidencia en factores climáticos.
- Desarrollar un Índice de Calidad de Agua aplicado para las albarradas que contribuya a conocer mejor la dinámica del sistema y la calidad del agua.
- Conservar las Albarradas debido a que son una fuente importante de agua en zonas con escasas lluvias consideradas como desérticas, además de ser humedales artificiales que mitigan el cambio climático, poseen una riqueza en avifauna, y presentar un sin número de funciones ecológicas las cuales se deben conservar.
- Preservar el sistema evitando
  - El ingreso de animales de corral a beber agua a las Albarradas,
  - Asentamientos de viviendas cerca de las albarradas que ocasionen que las aguas negras de los pozos sépticos se infiltren y contaminen los sistemas
- Implementar sistemas de gestión y preservación de los bosques húmedos tropicales en la comuna Sancán, resaltando la importancia de conservar las microcuencas, así como de la vegetación circundante.
- Difundir información sobre de la calidad del agua a los habitantes de la comuna. Desarrollar talleres y capacitaciones sobre temas de manejo sustentable de las albarradas y de sus comunidades vegetativas.

## Bibliografía

- Agua, C. A. (s.f.). *USOS DEL AGUA: Problemáticas asociadas al uso del agua*. Obtenido de centro-agua: <http://www.centro-agua.umss.edu.bo/investigacion-3/lineas-de-investigacion/uso-del-agua/>
- Aguirre, M., Vanegas, E., & Garcia, N. (2016). Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(2), 39-43. Recuperado el 15 de 10 de 2018, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v25n2/rcta06216.pdf>
- Alarcón P, B. A., & Ñique A, M. (2014). Índice de calidad del agua según NSF del humedal laguna Los Milagros (Tingo María, Perú). *Indes*, 2(2), 98-107. Obtenido de [revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/download/81/194](http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/download/81/194)
- Alobaidy, A. H., Abid, H. S., & Bahram K., M. (2010). Application of Water Quality Index for Assessment of Dokan Lake Ecosystem, Kurdistan Region, Iraq. *Journal of Water Resource and Protection*, 2(9), 792-798. Recuperado el 16 de 12 de 2018, de [https://file.scirp.org/pdf/JWARP20100900003\\_97785935.pdf](https://file.scirp.org/pdf/JWARP20100900003_97785935.pdf)
- Alvarado, B. S. (03 de 2018). *ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL SITIO SAN FRANCISCO DEL VALLE DE SANCÁN*. Recuperado el 22 de 09 de 2018, de Universidad Estatal del Sur de Manabí: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1134/1/UNESUM-ECU-FORESTAL-2018-05.pdf>
- Álvarez, S. G., & Zulaica, L. (Septiembre de 2015a). Indicadores de sustentabilidad en sistemas de albarradas: aportes metodológicos. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(18), 184-207. Recuperado el 31 de 10 de 2018, de <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/7744>
- Álvarez, S. G., & Zulaica, L. (08 de 2016b). Servicios Ecosistemicos de las Albarradas en la Península de Santa Elena. *Etnobiología*, 14(2), 5-19. Recuperado el 15 de 09 de 2018, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5633195.pdf>

Alvarez, S. G., Bazurco, M., Burmestre, M., Gonzalez, C., & Escobar, P. (2005). *Comunas y Comunidades con Sistemas de Albarradas Descripciones Etnograficas* (Vol. 1). (S. G. Alvarez, Ed.) Quito, Ecuador: ADYA-YALA. Recuperado el 11 de 09 de 2018, de SUIA:

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/889145/Comunas+y+Comunidades++con+Sistemas+de+Albarradas+Descripciones+Etnogr%C3%A1ficas.pdf/1d752413-40bd-4e8d-b449-78ee87929a6c;jsessionid=NFLrUr1ZzumtOKuSbWWC8V7t>

Arévalo, M., & Castillo, J. (2012). *PROPUESTA DE ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA PARA ECOSISTEMAS HÍDRICOS DE CHILE*. UNIVERSIDAD DE CHILE, SANTIAGO DE CHILE. Recuperado el 26 de 09 de 2018, de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112367/cf-garcia\\_tq.pdf;sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112367/cf-garcia_tq.pdf;sequence=1)

Arroyo, M. (2017). *Importancia de la calidad del agua y su manejo*. Recuperado el 10 de 09 de 2018, de Universidad de la Ciénaga del Estado de Michoacán de Ocampo: [http://ucienegam.mx/wp-content/uploads/2017/08-Doc/Servicios%20Escolares/Alumnos/Optativas-Febrero/Importancia\\_de\\_la\\_calidad\\_del\\_agua\\_y\\_su\\_manejo.pdf](http://ucienegam.mx/wp-content/uploads/2017/08-Doc/Servicios%20Escolares/Alumnos/Optativas-Febrero/Importancia_de_la_calidad_del_agua_y_su_manejo.pdf)

Ayora, M. (2010). *Análisis de Agua*. Recuperado el 15 de 11 de 2018, de ujaen: [http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia\\_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf](http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf)

Balde, C., Kuehr, R., Blumenthal, K., Gill, S. F., Kern, M., Micheli, P., . . . Huisman, J. (2015). *E-waste statistics: Guidelines on classifications, reporting and indicators 2015*. United Nations University. Germany: IAS - SCYCLE. Obtenido de [http://i.unu.edu/media/ias.unu.edu-en/project/2238/E-waste-Guidelines\\_Partnership\\_2015.pdf](http://i.unu.edu/media/ias.unu.edu-en/project/2238/E-waste-Guidelines_Partnership_2015.pdf)

Bazurco, M., & González, C. (2005). Comuna Sancán. En S. G. Alvarez, M. Bazurco, M. Bermeste, C. González, & S. G. Alvarez (Ed.), *Comunas y Comunidades con sistemas*

- de *Albarradas descripcion Etnografica* (pág. 529). Quito, Ecuador: Abya-Yala. Recuperado el 15 de 09 de 2018, de SUIA.
- Bergman., J. (30 de 08 de 2001). *Salinidad, Sales Disueltas, Medición de la Salinidad*. Recuperado el 20 de 10 de 2018, de Ventanas al universo: [https://www.windows2universe.org/earth/Water/dissolved\\_salts.html&lang=sp](https://www.windows2universe.org/earth/Water/dissolved_salts.html&lang=sp)
- Botero, L., Velasquez, J. D., Espitia, A., & Lacayo, A. d. (2009). Importancia de los Jagüeyes en las sabanas del caribe. *Colombiana ciencia Animal*, 1(1), 71-84. Recuperado el 15 de 10 de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/46117075\\_Importancia\\_de\\_los\\_jagu\\_eyes\\_en\\_las\\_sabanas\\_del\\_Caribe\\_colombiano](https://www.researchgate.net/publication/46117075_Importancia_de_los_jagu_eyes_en_las_sabanas_del_Caribe_colombiano)
- Brown, R., McClelland, N., Deininger, R., & Tozer, R. (1970). "Índice de calidad del agua, ¿nos atrevemos?". *Water Sewage Works*, 117(10), 339-343. Recuperado el 20 de 09 de 2018
- Carrillo A., M. S., & Ursilés C., P. D. (2016). *DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF DE LOS RÍOS MAZAR Y PINDILIG*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Casado S, E. M. (2012). EQUIPOS DE LABORATORIO. En E. M. Sanchez, *OPERACIONES DE LABORATORIO* (págs. 44-63). ESPAÑA: PARANINFO. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=N4T1H-p8fvoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Castillero M., O. (s.f.). *Los 15 tipos de investigación (y características)*. Recuperado el 26 de 11 de 2018, de Psicología y Mente: <https://psicologiymente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., & Díaz, D. (12 de 2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, 10(17), 111-124. doi:10.16925/in.v9i17.811
- Castro, Y. O. (2018). *La Deforestación y su Incidencia Ambiental enn el Cambio Climatico*. Universidad del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de Agricultura.

Jipijapa: Jipijapa-UNESUM. Recuperado el 23 de 01 de 2019, de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1080>

Centro de Estudios Arqueológicos y Antropológicos de la Universidad ESPO de Guayaquil. (s.f.). *Albarradas*. Obtenido de <http://www.albarradas.espol.edu.ec/Albarradas.html>: <http://www.albarradas.espol.edu.ec/>

Chavarrias, M. (23 de 04 de 2009). *Agua superficial contaminada con salmonella*. Recuperado el 10 de 10 de 2018, de CONSUMER: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2009/03/18/184095.php>

cma. (s.f.). *Calidad del Agua*. Recuperado el 29 de 10 de 2018, de CMA.gva: [http://www.cma.gva.es/areas/educacion/educacion\\_ambiental/educ/publicaciones/ciclo\\_del\\_agua/cicag/2/2\\_5\\_1/main.html](http://www.cma.gva.es/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/2/2_5_1/main.html)

Código Orgánico Ambiental, 983 (21 de 08 de 2018). Recuperado el 24 de 11 de 2018, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>

Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización-COOTAD, 303 (21 de 05 de 2018). Recuperado el 20 de 11 de 2018, de <http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/2018/Mayo%202018/a2/COOTAD.pdf>

Constitución de la República del Ecuador, 449 (01 de 08 de 2018). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de [http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/2018/Agosto2018/a2\)%20Base%20legal%20que%20la%20rige%20a%20la%20instituci%C3%B3n/CRE.pdf](http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/2018/Agosto2018/a2)%20Base%20legal%20que%20la%20rige%20a%20la%20instituci%C3%B3n/CRE.pdf)

Contexto Ganadero. (17 de 04 de 2018). *Contaminación de agua y atollamiento en los bebederos*. Obtenido de CONTEXTOGANADERO: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/contaminacion-de-agua-y-atollamiento-en-los-bebederos>

- Coutiño, L. (2013). *Análisis Multitemporal de Imágenes Satelitales en Estudios Ambientales*. Tesis, Mexico. Recuperado el 02 de 12 de 2018, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/6116/1/Tesis.pdf>
- Delgado E, F. (2011). Los sistemas precolombinos del manejo del agua en la costa del Ecuador. *Antropología*(11), 13-29. Recuperado el 26 de 10 de 2018, de [https://downloads.arqueo-ecuatoriana.ec/ayhpwxgv/cuadernos\\_investigacion/Cuadernos\\_de\\_Investigacion\\_11.pdf](https://downloads.arqueo-ecuatoriana.ec/ayhpwxgv/cuadernos_investigacion/Cuadernos_de_Investigacion_11.pdf)
- Díaz, J. P. (2013). *Importancia del Agua*. Recuperado el 20 de 10 de 2018, de [usmp.edu.pe: http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html](http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html)
- Dulce María, R., & Pedro, P. Á. (09 de 2014). DETERMINACIÓN DE LA RECARGA HÍDRICA POTENCIAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA GUARA, DE CUBA. *Aqua-LAC*, 6(2), 58-70. Recuperado el 15 de 09 de 2018
- EOS. (s.f.). *LAND VIEWER*. Recuperado el 15 de 01 de 2019, de EARTH OBSERVING SYSTEM: [https://eos.com/landviewer/?lat=-1.25706&lng=-80.52798&z=13&id=LV-UzJB-X3Rp-bGVf-MjAx-ODEy-MTFF-MTdN-TIVf-MA%3D%3D&b=Red8,Red&expression=\(B8A-B04\)%2F\(B8A%2BB04\)&anti](https://eos.com/landviewer/?lat=-1.25706&lng=-80.52798&z=13&id=LV-UzJB-X3Rp-bGVf-MjAx-ODEy-MTFF-MTdN-TIVf-MA%3D%3D&b=Red8,Red&expression=(B8A-B04)%2F(B8A%2BB04)&anti)
- Escobar, A. E. (2014). *Análisis Socio-Ambiental de la utilización de Albarradas en la Asociación 25*. Guayaquil: Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. Recuperado el 30 de 09 de 2018, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6948>
- FAO. (2013). *CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA; Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, Santiago de Chile. Recuperado el 06 de 11 de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/019/i3247s/i3247s.pdf>

- Freire Morán, N. (s.f.). *Calidad del Agua*. Recuperado el 20 de 12 de 2018, de dspace.espol.edu: <https://www.dspace.espol.edu/bitstream/.../1/DBO%20-%20SS%20-%20SD.pptx>
- Garcés, J., & Flórez, A. (2014). Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua en la ciénaga de Betancí, Departamento de Córdoba - Caribe colombiano. *Memorias del II Seminario de Ciencias Ambientales Sue-Caribe & VII Seminario Internacional de Gestión Ambiental*, (págs. 93-100). Colombia. Recuperado el 16 de 12 de 2018, de <https://maestriaambiental.com/memorias/14.pdf>
- GBA, G. d. (23 de 07 de 2018). *Invivo/ Biofertilizantes transformación de plantas acuáticas en nuevos productos*. Recuperado el 10 de 01 de 2019, de diariodexalapa: <https://www.diariodexalapa.com.mx/cultura/invivo-biofertilizantes-transformacion-de-plantas-acuaticas-en-nuevos-productos-1859615.html>
- Gómez R, T. G. (2017). *Biorremediación de lagos tropicales eutrofizados: Estudio del Lago San Pablo (Ecuador)*. Universidad Potifica de Cataluña. Recuperado el 04 de 01 de 2019, de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/111079/TFM%20Tamia%20OG%C3%B3mez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González T., C. (10 de 2011). *La turbidez*. Obtenido de academic: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>
- Guzman, V., & Narvaez, R. (2010). *Linea Base para el Monitoreo de la Calidad del Agua de Riego en la Demarcación Hidrográfica del Guayas*. Secretaria Nacional del agua (SENAGUA). Recuperado el 24 de 12 de 2018, de <https://docplayer.es/5046478-Secretaria-nacional-del-agua-linea-base-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-agua-de-riego-en-la-demarcacion-hidrografica-del-guayas.html>
- Hamilton, L., Dudley, N., Greminger, G., N. Hassan, D. L., Stolton, S., & Tognetti, S. (2009). *Los Bosques y el Agua*. Roma: FAO. Recuperado el 15 de 01 de 2019, de <http://www.fao.org/3/a-i0410s.pdf>

- Hoz Z., M. E., & Espino, G. d. (30 de 07 de 2001). *Los jagüeyes, reservorios de agua del noreste de México*. Recuperado el 11 de 10 de 2018, de <http://www.jornada.com.mx>: <http://www.jornada.com.mx/2001/07/30/eco-c.html>
- Lárraga, B. (2016). *Diseño de agua potable para Augusto Valencia, Cantón Vinces, Provincia Los Ríos*. Quito: Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 15 de 01 de 2019, de [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13464/BOL%C3%8DVAR%20PATRICIO%20L%C3%81RRAGA%20JURADO\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13464/BOL%C3%8DVAR%20PATRICIO%20L%C3%81RRAGA%20JURADO_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lenntech. (s.f.). *turbidez*. Recuperado el 20 de 11 de 2018, de Lenntech: <https://www.lenntech.es/turbidez.htm>
- León, Y. (2002). *Introducción a las Imágenes Satelitales*. Tribunal Superior de Tierras, Centro de Investigaciones Geoespaciales (CIG), Santo Domingo-República Dominicana. Recuperado el 12 de 12 de 2018, de <http://percepcion-remota.intec.edu.do/Material%20de%20apoyo%20sensores%20remotos.pdf>
- Ley de gestión ambiental, 418 (10 de 09 de 2004). Recuperado el 16 de 11 de 2018, de ambiente.gob: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Ley Orgánica De Recursos Hídricos Usos Y Aprovechamiento Del Agua, 305 (06 de 08 de 2014). Recuperado el 12 de 11 de 2018, de <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>
- Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, 711 (21 de 08 de 2018). Recuperado el 2 de 12 de 2018, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Ley-Organica-de-Tierras-Rurales-y-Territorios-Ancestrales.pdf>
- Maldonado, M. R. (2013). *Las Albarradas*. Recuperado el 15 de 11 de 2018, de <https://edoc.site/las-albarradas-pdf-free.html>

- Mancera Q., P. (2016). *OBTENCIÓN DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA LAS CIÉNAGAS QUE FORMAN PARTE DE LA ZONA INUNDABLE DEL RÍO MAGDALENA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO – COLOMBIA, A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI*. Colombia: Universidad Internacional de Andalucía. Recuperado el 11 de 11 de 2018, de [https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/3782/0798\\_Mancera.pdf?sequence=1](https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/3782/0798_Mancera.pdf?sequence=1)
- Marcos, J. (2004). *Las Albarradas en la Costa del Ecuador: Rescate del conocimiento ancestral del manejo sostenible de la biodiversidad*. Guayaquil: CEEA-ESPOL.
- Marcos, J. G., & Álvarez, S. G. (2016). Campos de camellones y jagüeyes en Ecuador: una *Intersecciones en Antropología*, 17(1), 19-34. Recuperado el 20 de 10 de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179547329002>
- Matellanes, R. (26 de 03 de 2017). *Combinaciones RGB de imágenes satélite Landsat y Sentinel*. Recuperado el 05 de 01 de 2019, de GIS AND BEER: <http://www.gisandbeers.com/combinacion-de-imagenes-satelite-landsat-sentinel-rgb/>
- McDaid, J., & Aguilar, J. (2009). *Sistemas de información geográfica, sensores remotos y mapeo para el desarrollo y la gestión de la acuicultura*. ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (FAO), Departamento de Pesca y Acuicultura FAO, Roma. Recuperado el 27 de 12 de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-a0906s.pdf>
- Medina, M. B. (2015). *ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA EN EL CANTÓN GUALAQUIZA, 1987 – 2015*. Quito: UCE. Recuperado el 24 de 11 de 2018, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7166/1/T-UCE-0004-33.pdf>
- Meneses Tovar, C. (2011). Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación como indicador de la degradación del Bosque. *Unasyva*, 62, 238. Recuperado el 21 de 12 de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/015/i2560s/i2560s07.pdf>

Minitab. (s.f.). *Tipos de pruebas t*. Obtenido de Soporte: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/tests-of-means/types-of-t-tests/>

Muñoz, P. (2013). *Indices de Vegetación*. Ministerio de Agricultura de España, Centro de informacion de Recursos Naturales (CIREN). Recuperado el 17 de 12 de 2018, de <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26389/Tema%20Indices%20de%20vegetaci%C3%B3n%20Pedro%20Mu%C3%B1oz%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nicola R, B. D., & Proaño Á., M. R. (2017). *APLICACIÓN DE ICA'S PARA VALORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO DEL GANADO AVIAR EN LA GRANJA ZAMBRANO, CHONE MANABÍ*. Escuela Superior Politecnica de Manabi, Calceta. Recuperado el 30 de 10 de 2018

ONU, O. D. (23 de 10 de 2014). *CALIDAD DEL AGUA*. Recuperado el 10 de 09 de 2018, de UN WATER: <http://www.un.org/waterforlifedecade/quality.shtml>

Palacios, E. J. (s.f.). *nnovadoras tecnologías para mejorar la calidad del agua con ayuda de plantas y microalgas*. Recuperado el 05 de 01 de 2019, de INECOL, Instituto de Ecología: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/493-innovadoras-tecnologias-para-mejorar-la-calidad-del-agua-con-ayuda-de-plantas-y-microalgas>

Pasquel, E., Montavo, E., & Viteri, T. (2003). *Proyecto de Investigación de Aguas Subterráneas, Prospección Geofísica de Superficie Población Sancán*. Proyecto de Investigación, Quito. Recuperado el 15 de 11 de 2018

Patricio Soriano C. (13 de 06 de 2017). *Ejemplos de combinaciones de bandas del satélite Sentinel 2A*. Obtenido de SIGdeletras: <http://www.sigdeletras.com/2017/ejemplos-de-combinaciones-de-bandas-del-satelite-sentinel-2a/>

- Perez, A., & Rodriguez, A. (12 de 2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Biol. Trop*, 56(4), 1905-1918. Recuperado el 15 de 11 de 2018
- Pérez, G., Arriola, J., García, T., Saldaña, M. L., & Mendoza, J. (2016). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CUATRO JAGÜEYES DEL PARQUE ESTATAL "FLOR DEL BOSQUE", PUEBLA, MÉXICO. *Ra Ximhai*, 12(4), 153-168. Recuperado el 28 de 10 de 2018, de <https://www.redalyc.org/html/461/46146927009/>
- Pradillo, B. (12 de 09 de 2016). *Parámetros de control del agua potable*. Recuperado el 01 de 11 de 2018, de iagua: <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
- Quiroga, R. (2007). Indicadores Ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para America Latina y el Caribe. *CEPAL*. Recuperado el 09 de 11 de 2018, de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/1/S0700589\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/1/S0700589_es.pdf)
- Quiroz Fernández, L. S., Izquierdo Kulich, E., & Menéndez Gutiérrez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 48(3), 41-51. Recuperado el 18 de 09 de 2018, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382017000300004&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300004&lng=es&tlng=es)
- RAMSAR. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar*. Recuperado el 29 de 01 de 2019, de [Ramsar.org: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib\\_manual2006s.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf)
- reitec. (s.f.). *CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA*. Recuperado el 12 de 10 de 2018, de reitec: <http://www.reitec.es/Pdf/agua01.pdf>
- República del Ecuador. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. Quito: CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN (CNP). Recuperado el 24 de 11 de

- 2018, de [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_OK.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_OK.compressed1.pdf)
- Rios, J., Laguado, W. G., Trujillo, C., & Sanchez, P. (2012). *ANÁLISIS Y MODELACIÓN DE DEFORESTACIÓN PARA LOS AÑOS 1990, 2000 Y 2010 EN EL CORREDOR MANU-AMARAKAERI*. Perú: Desarrollo Rural Sostenible. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://infobosques.com/portal/biblioteca/analisis-y-modelacion-de-deforestacion-manu-amarakaeri-para-los-anos-1990-2000-y-2010-en-el-corredor/>
- Rojas, G. E. (22 de 02 de 2004). *Sensores Remotos y Medio Ambiente*. Recuperado el 06 de 12 de 2018, de [espacial.org](http://www.espacial.org): [http://www.espacial.org/planetarias/s\\_remotos/s\\_remotos1.htm](http://www.espacial.org/planetarias/s_remotos/s_remotos1.htm)
- Rojas, R. (2002). *Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del agua para el Consumo Humano*. CEPIS,OPS/OMS,EPA, División de Salud y Ambiente, Lima. Recuperado el 2 de 10 de 2018, de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d25/075%20vigilanciaycontrol\\_calidaddeagua/cepis\\_guia\\_vigilanciaycontrol\\_calidaddeagua.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d25/075%20vigilanciaycontrol_calidaddeagua/cepis_guia_vigilanciaycontrol_calidaddeagua.pdf)
- Rosales, J. L. (10 de 10 de 2015). LAS TOTORAS PURIFICAN LAS LAGUNAS. Imbabura, Ecuador. Recuperado el 25 de 01 de 2019, de <http://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/planeta/11-octubre-del-2015/las-totoras-purifican-las-lagunas>
- Samaniego, N. (2013). *Análisis de vulnerabilidad en zonas potenciales de recarga hídrica por efectos de cambios de uso de suelo y por variabilidad climática en la Microcuenca del Río Purires, Costa Rica*. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. TURRIALBA-COSTA RICA: CATIE. Recuperado el 15 de 09 de 2018, de CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4455/Ana>

lisis\_de\_vulnerabilidad\_en\_zonas\_potenciales\_de\_recarga\_hidrica.pdf?sequenc  
e=1&isAllowed=y

Saubot, P. J. (2002). *¿Cuanta agua tiene el estanque?* Obtenido de Estanques y Peces:  
[http://www.estanquesypeces.com/estanques/volumen\\_estanque.htm](http://www.estanquesypeces.com/estanques/volumen_estanque.htm)

Servicio Nacional de Estudios Territoriales. (s.f.). *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL  
"ICA"*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador.  
Recuperado el 15 de 11 de 2018, de  
<http://snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculolICA.pdf>

sig-geek. (04 de 09 de 2016). *NDVI Sentinel 2A y LANDSAT 8 ARCGIS 10.4 (índice diferencial  
de vegetación normalizado)*. Obtenido de sig-geek: [http://sig-  
geek.blogspot.com/2016/09/ndvi-el-indice-diferencial-de.html](http://sig-geek.blogspot.com/2016/09/ndvi-el-indice-diferencial-de.html)

sigyteledeteccion. (21 de 02 de 2013). *Landsat-8*. Recuperado el 30 de 11 de 2018, de SIG  
Y TELEDETECCIÓN: [http://sigyteledeteccion.blogspot.com/2013/02/landsat-  
8\\_21.html](http://sigyteledeteccion.blogspot.com/2013/02/landsat-8_21.html)

SMGEODIM. (s.f.). *Características técnicas de Satélite SENTINEL 2*. Recuperado el 10 de 12  
de 2018, de Modelos de información de tierra:  
<http://www.geodim.es/pdf/Geodim%20SENTINEL-2A.pdf>

SNI. (2012). *Memoria Técnica Clima e Hidrología*. Instituto Especial Ecuatoriano, IEE (ex  
CLIRSEN) y de la Coordinación General del Sistema de Información Nacional  
MAGAP/CGSIN, Jipijapa. Recuperado el 6 de 10 de 2018

SNI. (19 de 04 de 2015). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial*.  
Recuperado el 12 de 09 de 2018, de Sistema Nacional de Información "SNI":  
[http://app.sni.gob.ec/sni-  
link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1360000630001  
\\_PDyOT%20ACTUAL%20JIPIJAPA%202015\\_18-04-2015\\_19-58-08.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360000630001_PDyOT%20ACTUAL%20JIPIJAPA%202015_18-04-2015_19-58-08.pdf)

Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente TULSMA, 387 (04 de 11 de  
2015). Recuperado el 17 de 11 de 2018, de

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>

Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. (07 de 2009). ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA EN FUENTES SUPERFICIALES UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. UNA REVISIÓN CRÍTICA. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79-94. Recuperado el 16 de 09 de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

Urgilés V., E. P. (2016). *INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN LA CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y SU EFECTO SOBRE LA SALUD DE LOS BENEFICIARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO PILZHUM – LUIS CORDERO EN LA PROVINCIA DEL CAÑAR*. Cuenca: UNIVERSIDAD DE CUENCA. Recuperado el 21 de 11 de 2018

Valdez, F. (Ed.). (2006). *Agricultura Ancestral Camellones y Albarradas: Contexto social, usos, retos del pasado y presente*. Quito -Ecuador: Abya-Yala. Recuperado el 26 de 09 de 2018, de [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers09-03/010039069.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010039069.pdf)

vernier. (s.f.). *Oxígeno Disuelto*. Recuperado el 05 de 11 de 2018, de [http://www2.vernier.com/sample\\_labs/CMV-41-oxigeno\\_disuelto.pdf](http://www2.vernier.com/sample_labs/CMV-41-oxigeno_disuelto.pdf)

waterboards. (s.f.). *Conductividad Eléctrica/Salinidad*. California. Recuperado el 18 de 11 de 2018, de [waterboards: https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf)

waterboards. (s.f.). *Folleto Informativo*. Recuperado el 30 de 11 de 2018, de [waterboards: https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf)

Wu, Z., Zhang, D., Cai, Y., Wang, X., Zhang, L., & Chen, Y. (21 de 12 de 2017). Water quality assessment based on the water quality index method in Lake Poyang: The largest

freshwater lake in China. *Sci Rep*, 7(1), 17999. doi:doi: 10.1038 / s41598-017-18285-y

Yáñez F, S. G. (2018). *EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA MEDIANTE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS EN LAS DESEMBOCADURAS DE LOS PRINCIPALES AFLUENTES Y EFLUENTE DEL LAGO SAN PABLO, PROVINCIA DE IMBABURA (AÑO 2017)*. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

YAPA, K. A. (2015). *Prácticas ancestrales de crianza del agua : una guía de campo*. Ecuador. Recuperado el 05 de 12 de 2018, de <http://www.iproga.org.pe/descarga/crianzadeagua.pdf>

*ANEXO 1 Albarrada San Francisco de Afuera*



Vegetacion acuática en orillas



Vegetación muerta en zona de evidente de descenso del nivel de agua



Zonas Altas con vegetacion tipo pastizal.

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Quema y desbroce de vegetación parte alta de la micro cuenca



Lavaderos comunales a un lado del muro, deteriorados e inutilizados

Áreas de cultivos, suelo descubierto y quemado



Heces de Equinos en las orillas de la albarrada

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

ANEXO 2 Albarrada La Grande-Sancán



Bovinos abrevando en la albarrada



Habitantes captando agua con bombas de la albarrada



Vaso de albarrada cubierta por macrofitas (*Pistia stratiotes*)



Viviendas dispersas cercanas a la albarrada

Zona de ingreso de agua.

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

ANEXO 3 Albarrada La Gallineta



Vista Frontal de la albarrada Gallineta

Desechos solidos en las proximidades de la albarrada



Viviendas dispersas cerca de Albarrada.



Vaso y muros con vegetación.

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

ANEXO 4 Albarrada La de Cañarte



Viviendas asentadas en las cercanias aproximadamente 5m de distancia. Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Albarrada sin Agua. Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

*ANEXO 5 Albarrada la del Bosque o Ladrilleros*



Vista de muro y vaso de la albarrada sin agua. Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Tanque de agua usado en ladrillera artesanal ubicada aproximadamente 10m del sistema.



Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

ANEXO 6 Muestreo Albarrada San Francisco



Disco Secchi



Botella de profundidad



Botella ambar( DBO5), Botella Plastica (Fisico-Quimico).  
Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Muestreo de DOB5. Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

### Albarrada La Grande Sancán



Recolección de muestras. Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

ANEXO 7 Encuestas Sancán



Encuestas a los pobladores de Sancán. Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Repartidor de agua y Tanques usados para agua de consumo. Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Bebederos de Ganados en dentro del corral. Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



Fabricacion de ladrillo



Cisternas y Tanques usados en el almacenamiento de agua

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.

*ANEXO 8 Encuestas San Francisco*



Encuesta a pobladores de San Francisco.



Pobladores captando agua de la albarrada San Francisco.

Autor Mendoza Ch. Cinthya M.



FECHA:

ENCUESTADOR:

En cada una de las preguntas siguientes, rodee con un círculo el número o marque con una x la causa que mejor se adecue a su opinión sobre la importancia del asunto.

1) Cual es su principal actividad económica	Agricultura		Ganadería		Producción de ladrillo		Venta de tortillas		Otros (cual)	

Pregunta

1 2 3 4 5 6 o mas

2) Cuantas personas habitan /viven en su casa

3) Cuantos tanques de agua usted necesita para sus actividades domésticas diarias.

4) Usa usted utiliza el agua de las aljarras:

5) Con que frecuencia va a las aljarras a abastecerse de agua

6) Cuantos tanques de agua obtiene de las aljarras.

7) Cuantos tanques de agua necesita para la producción de ladrillo [solo si realiza la actividad]

8) De donde obtiene el agua para las actividades domésticas

9) el agua de las aljarras que usted sacara es destinada para	Rio/ vertiente		Pozo		Tanquero		Aljarras		Otros	

10) ¿Cómo considera usted la calidad del agua de las aljarras?

11) ¿Como es el cuidado y mantenimiento que se proporciona a las aljarras?

12) ¿Considera usted que las aljarras han mejorado el abastecimiento de agua?

13) ¿Considera usted que existe contaminación del agua?

10.1 Y esta es causada por basura de los hogares

10.2 El ganado (vacas, ovinos)

10.3 Agricultura (pesticidas, fertilizantes, entre otros)

	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
100	1	2	3	4	5
110	1	2	3	4	5
120	No sabe	No	Un poco	si	Mucho
130	1	2	3	4	5
10.1	1	2	3	4	5
10.2	1	2	3	4	5
10.3	1	2	3	4	5



14) ¿Considera usted que hace falta un control de aprovechamiento del agua?

1 2 3 4 5

15) Usted tiene acceso a información sobre la calidad del agua

16) Existe alguna entidad o personas encargadas de la administración, mantenimiento, cuidado y regulaciones acerca del uso de las aljarras.

17) Disponen o conocen de alguna ley que determine el límite de captación de agua para la conservación del volumen del agua en las aljarras.

18) Usted utiliza el agua de las aljarras para consumo directo/beber, coción de alimentos

19) ¿Algún miembro de la familia a padecido de enfermedades o dolencias por el uso de esta agua?

19) ¿Algún miembro de la familia a padecido de enfermedades o dolencias por el uso de esta agua?

20) De qué manera considera usted que se puede conservar el agua en las aljarras

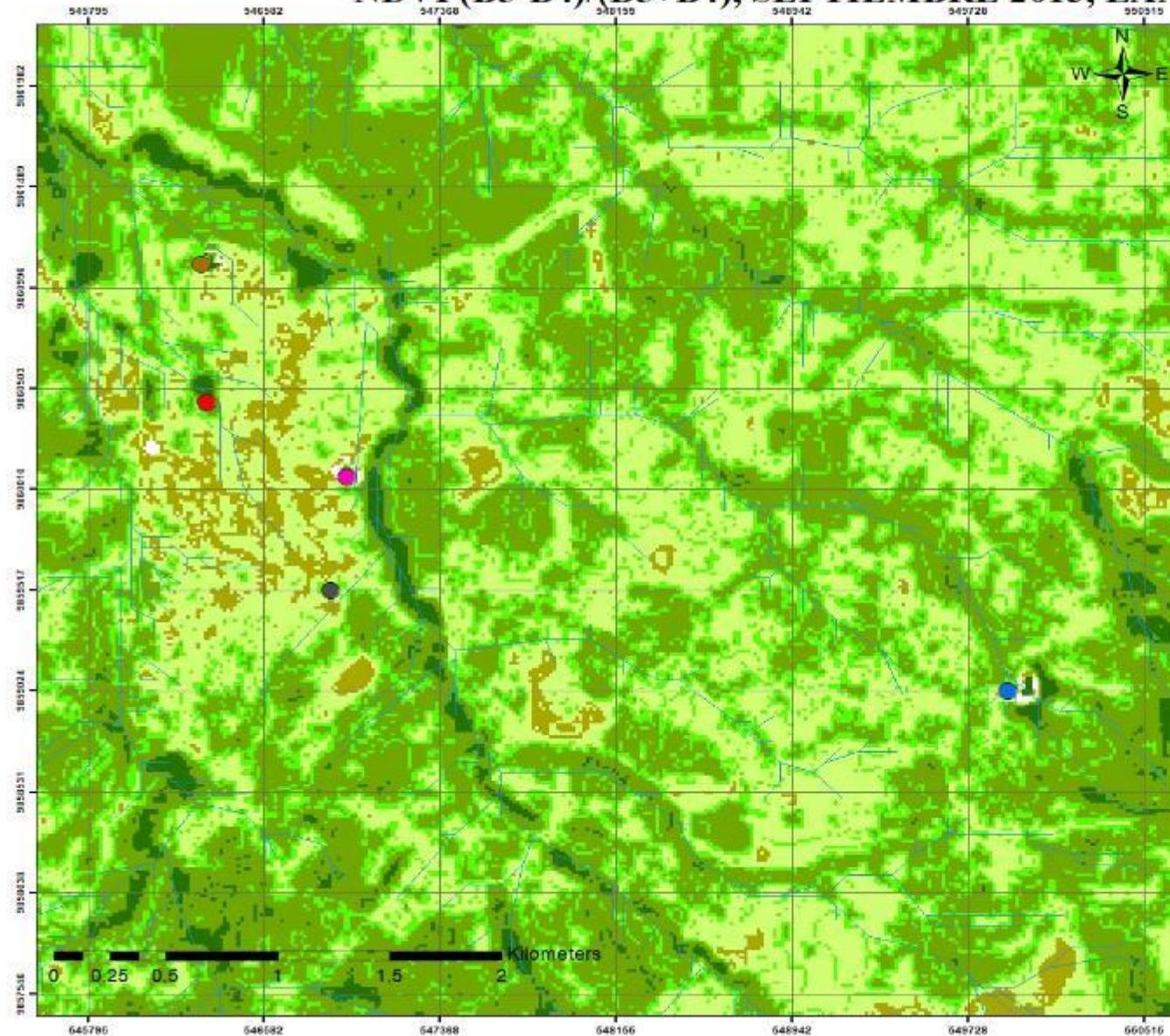
21) Cuales considera usted que son las causas del deterioro de las aljarras	falta de arboles	Cenado	Asentamientos cercanos (casas)	fabricación de ladrillos	Otros
-----------------------------------------------------------------------------	------------------	--------	--------------------------------	--------------------------	-------

22) De donde captan agua, cuando las aljarras cercanas no disponen del líquido

--	--	--	--	--	--

CANTIDAD DE LADRILLO:  
CUANTAS PERSONAS TRABAJAN:

### NDVI (B5-B4)/(B5+B4), SEPTIEMBRE 2013, LANDSAT 8



Manabí respecto a Ecuador.

Sancán Respecto a Jipijapa-Manabí

**Leyenda**

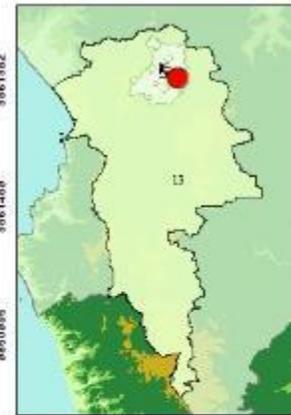
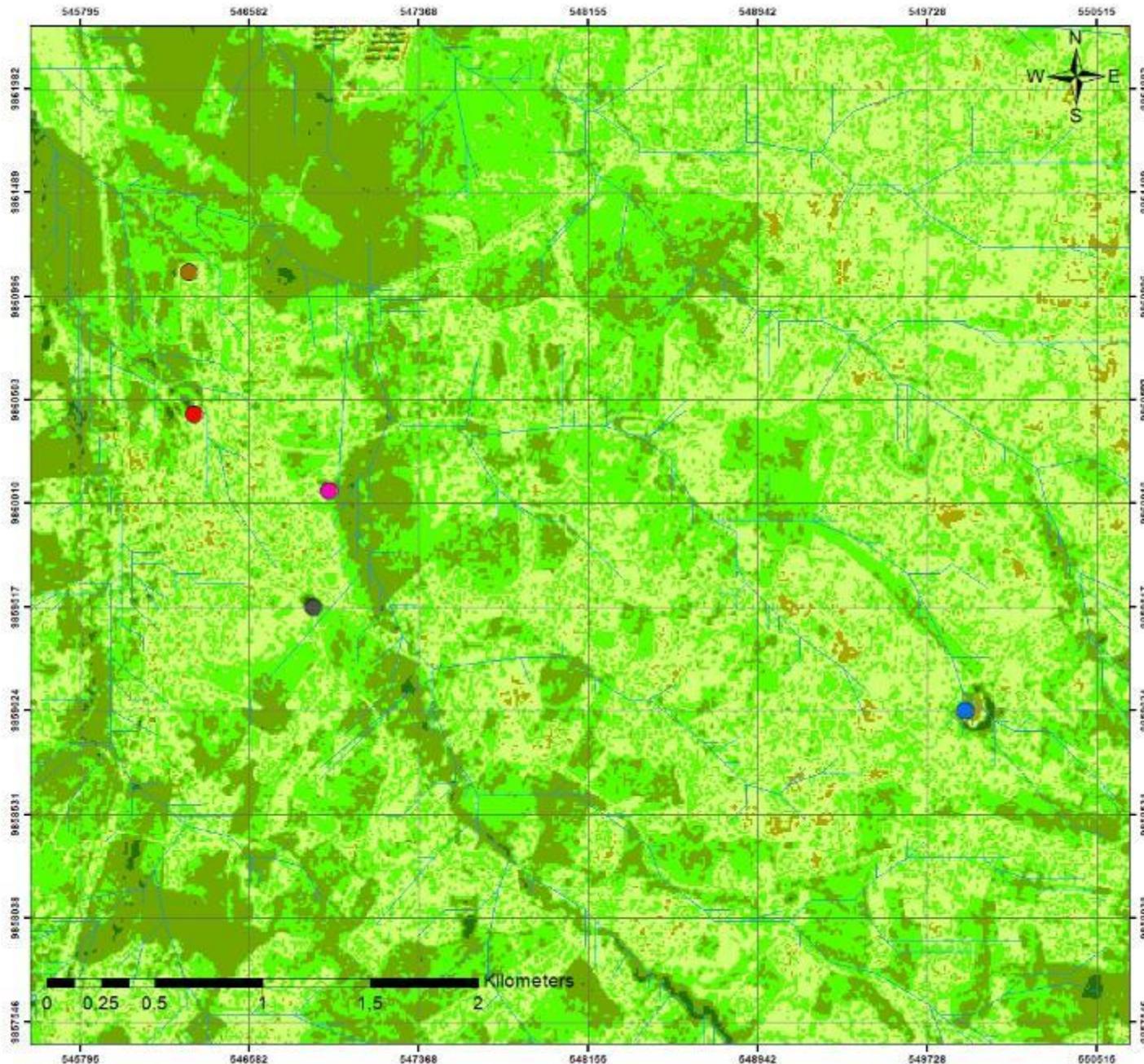
- La Cañarte
- La Gallinita
- La Grande
- La del Bosque
- San Francisco de Atuerá
- Tributarios/1er orden

**NDVI**

- Densa Vegetación
- Moderada Vegetación
- Escasa vegetación
- Suelos Abiertos
- Suelos sin Vegetación

Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Escuela de Ciencias Ambientales	
Proyecto: APLICACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA NSF EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ	
Autor: Cierhya Menzly Mendoza Chanay	
Formato papel: A 3	GEODESIA
Fuente: MODIS-LANDSAT VIEWERS	Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 11S Projection: Transversa Mercator Datum: WGS 1984
Escala: 1:18.366	

# NDVI (B8-B4)/(B8+B4), DICIEMBRE 2018, SENTINEL 2



Manabí respecto a Ecuador

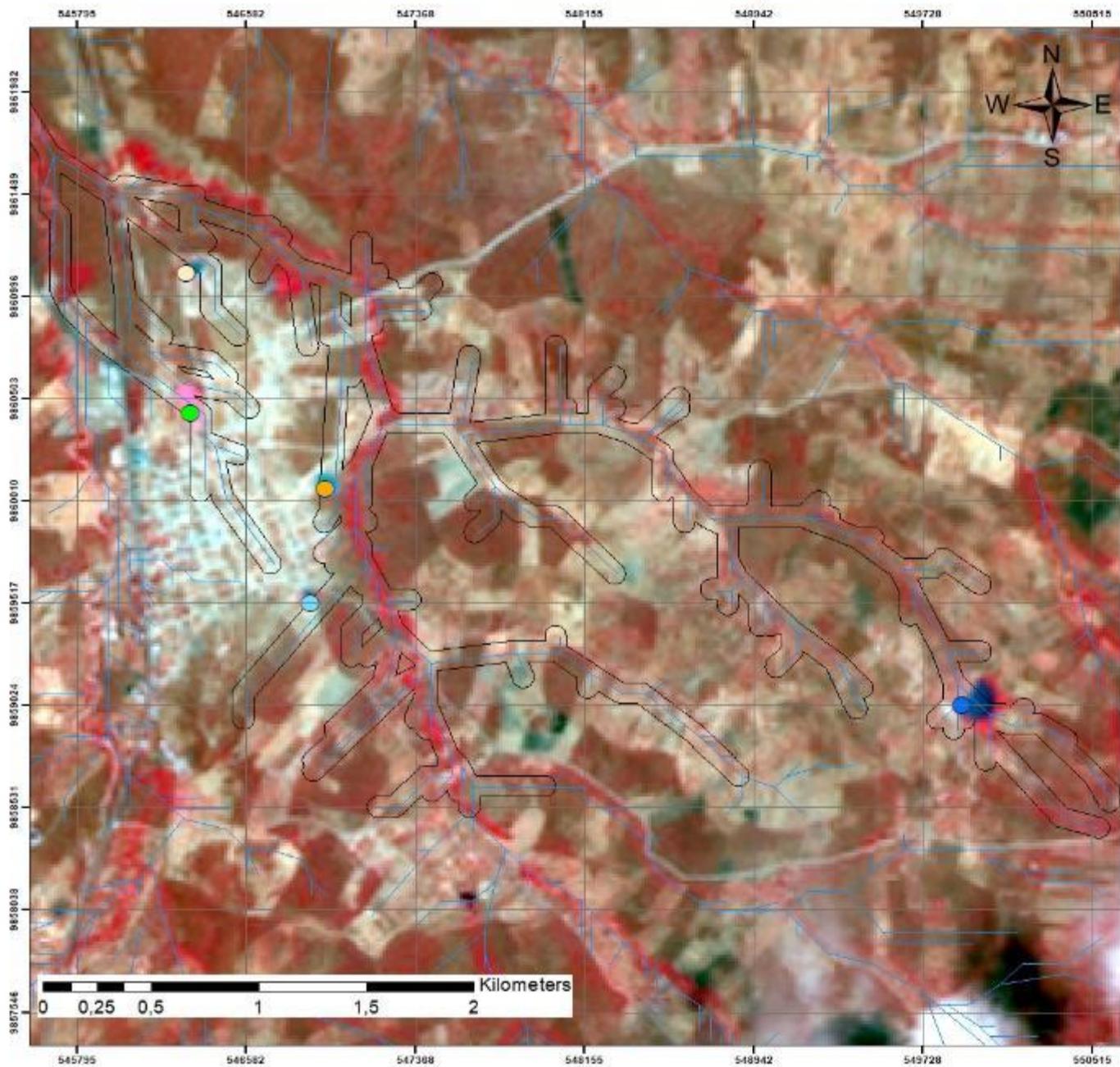
Sancán Respecto a Jipijapa-Manabí

### Legenda

- La Cañarte
- La Gallinita
- La Grande
- La del Bosque
- San Francisco de Afuera
- Tributarios/ter orden
- Densa Vegetación
- Moderada Vegetación
- Escasa Vegetación
- Suelo Abiertos
- Suelos sin Vegetación

Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Escuela de Ciencias Ambientales	
Proyecto	
APLICACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA NSF EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ	
Autor	
Cathys Mendi Mendosa Chacay	
Formato papel	A 3
GEODESIA	
Fuente:	EOS LAND VIEWER
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S	
Projection: Transverse Mercator	
Escala:	1:18.366
Datum: WGS 1984	

# VEGETACIÓN (B5-B4-B3), SEPTIEMBRE 2013, LANDSAT 8



Manabí respecto a Ecuador

Sancán Respecto a Jipijapa-Manabí

**Legenda**

- La Cañarte
- La Gallinita
- La Grande
- La del Bosque
- San Francisco de Afuera
- Tributarios/1er orden
- BufferTributar50

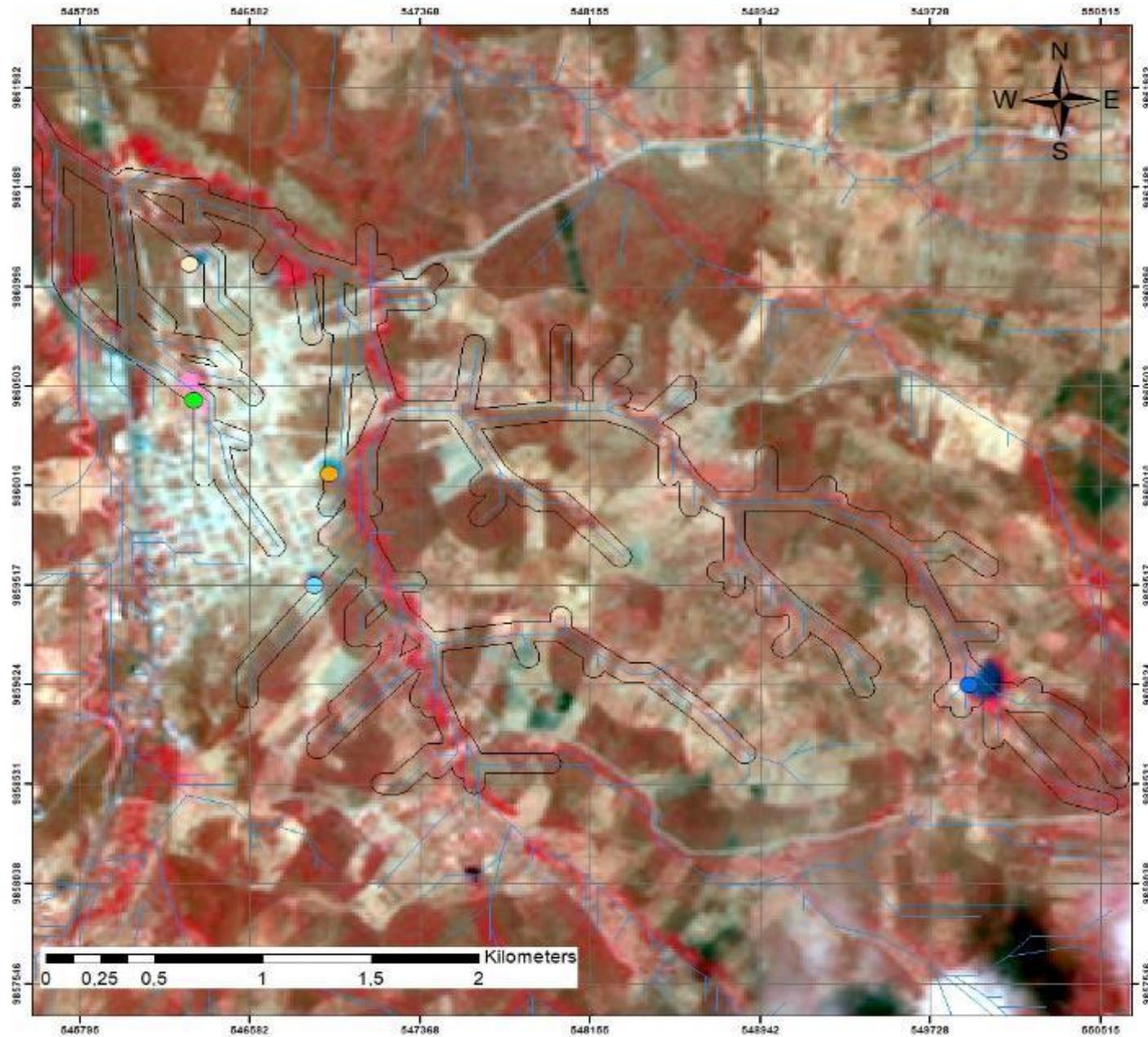
**Vegetación B5-B4-B3-2013**

**RGB**

- Red: Band\_1
- Green: Band\_2
- Blue: Band\_3

Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Escuela de Ciencias Ambientales	
Proyecto	
APLICACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA NSF EN LAS ALBUFARAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ	
Autor	Cinthya Menéndez Mendonza Chancy
Formato papel	A 3
Fuente	EOS-LAND VIEWER
Escala	1:18.637
GEODESIA Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984	

# VEGETACIÓN (B8-B4-B3), DICIEMBRE 2018, SENTINEL 2



Manabí respecto a Ecuador

Sancán Respecto a Jipijapa-Manabí

**Leyenda**

- La Cañarte
- La Gallinita
- La Grande
- La del Bosque
- San Francisco de Afuera
- Tributarios/1er orden
- BufferTributar50

**Vegetación B5-B4-B3-2013**

**RGB**

- Red: Band\_1
- Green: Band\_2
- Blue: Band\_3

Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Escuela de Ciencias Ambientales	
Proyecto	
APLICACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA NSF EN LAS ALBARRADAS DEL RECINTO SANCÁN-COMUNA SANCÁN-MANABÍ	
Autor	Cinthya Manoly Méndez Chanay
Formato papel	A 3 GEODESIA
Fuente	EOS-LAND VIEWER
Escala	1:18.637
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984	

*ANEXO 11 Resultados de Laboratorio*